MARINE BIOLOGICAL LABORATORY.

Received July 1959

Accession No. 509

Given by General Fund

Place,

*** No book or pamphlet is to be removed from the laboratory without the permission of the Trustees.

FAUNA UND FLORA

DES GOLFES VON NEAPEL

UND DER

ANGRENZENDEN MEERES-ABSCHNITTE

HERAUSGEGEBEN

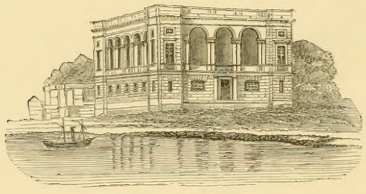
VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

X. MONOGRAPHIE:

DOLIOLUM VON DR. BASILIUS ULJANIN.

MIT 12 ZUM THEIL FARBIGEN TAFELN IN LITHOGRAPHIE, 10 ZINKOGRAPHIEN UND 1 HOLZSCHNITTE.



LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1884.

Subscriptionspreis jährlich 50 Mark.

Acc. 5309

DIE ARTEN

DER

GATTUNG DOLIOLUM IM GOLFE VON NEAPEL

UND DEN

ANGRENZENDEN MEERESABSCHNITTEN.

EINE MONOGRAPHIE

VON

DR. BASILIUS ULJANIN.

MIT 12 ZUM THEIL FARBIGEN TAFELN IN LITHOGRAPHIE, 10 ZINKOGRAPHIEN UND 1 HOLZSCHNITTE.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1884.

Ladenpreis 40 Mark.

2805

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

VORWORT.

Die Beobachtungen, welche ich in den folgenden Blättern niedergelegt habe, stellte ich theils in Neapel, theils in Villafranca (bei Nizza) während eines wiederholten Aufenthaltes an diesen Orten an. Die an den lebenden Thieren erzielten Resultate unterzog ich später einer Prüfung an conservirtem Materiale, das aus prachtvollen, mit Brut beladenen Ammen von *Doliolum Ehrenbergii* bestand und mir hauptsächlich die Möglichkeit gewährte, den ganzen Fortpflanzungsvorgang zu entziffern.

In Neapel führte ich meine Untersuchungen auf Erlaubniss des K. Russischen Unterrichts-Ministerium in dem Laboratorium der Zoologischen Station aus; in Villafranca wurde ich durch die Liebenswürdigkeit von Dr. J. Barrois in den Stand gesetzt, in der von der Französischen Regierung unter seiner Leitung neueingerichteten kleinen Zoologischen Station zu arbeiten. Den Herren Prof. A. Kowalevsky, Dr. A. Korotneff und Dr. J. Barrois bin ich ausserdem für Zusendungen von Material aus Villafranca ausserordentlich verbunden. Eine angenehme Pflicht ist es mir, diesen Herren für die erwähnten Sendungen, sowie den Herren in Neapel, speciell Herrn Prof. Dohrn, Dr. Mayer und Dr. Giesbrecht, für ihre Bemühungen im Interesse meiner Arbeit hier öffentlich meinen Dank abzustatten.

Neapel, März 1883.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Seite

Vorwort I

Einleitung. Historische Übersicht . . . . . 1—8

Erster Theil. Bau, Entwickelung und Generationswechsel von Doliolum . . . . . 9—117

Capitel 1. Schema, nach welchem Doliolum gebaut ist. Bau des Geschlechtsthieres. Entwickelung der Eier im Ovarium . . . . . 9—46

Aeussere Hautdecken 11—15: Epidermiszellen 12—13; äussere Cuticularschicht (Mantel) 13—14. Verdauungsorgane 15—21: Pharyngealhöhle 16—19; Wimperbögen 17; Endostyl 17—19; Darmcanal 19—20; röhrenförmiges Organ 20—21. Kieme 21—22. Körperhöhle, Kreislaufsorgane 22—25: Bindegewebe 23; Herz und Pericardium 23—25. Musculatur 26. Nervensystem, Sinnesorgane 27—38: Lage und Bau des Ganglion 27—28; Bau des subganglionaren Körpers 28; Flimmergrube und ihre Verbindung mit dem subganglionaren Körper 28—30; Vertheilung der aus dem Ganglion austretenden Nerven im Körper 30—34; feinere Structur der Nerven 34; Endung der Nerven in Muskeln 34; Endung der Nerven in besonderen Sinneszellen 35—37; besonderer Sinnesapparat von *D. Mülleri* 37—38. Geschlechtsorgane 38—45: ihre Lage 38—39; ihre äussere Hülle 39; Bau des Ovarium von *D. Mülleri* 39—41; Bau des Ovarium von *D. Ehrenbergii* 41—42; Vergleich des Baues des Ovarium von *Doliolum* mit dem anderer Tunicaten 42—44; Genese der Follicularzellen 43—44; Bau des Hodens 44; Reifen der männlichen und weiblichen Geschlechtselemente bei den verschiedenen Arten 44—45. Pigmente 45—46.

Capitel 2. Von Ablage des Eies bis zur Ausbildung der vollkommen entwickelten Larve 46—68

Ablage des Eies 46; Methode zur Cultivirung der abgelegten Eier 47; Befruchtung des Eies 48; Segmentation des Eies 48—49; Blastosphaera 49; Gastrulation 49; Lauf der weiteren Entwickelung bis zur Ausbildung der vollkommen entwickelten Larve 49—65; Vermuthungen über die Schicksale des Archenterons 50—51; Anlage und Ausbildung des Ganglion, des subganglionaren Körpers und des Nervus branchialis 51—54; Bildung des peripherischen Nervensystemes 54; Entwickelung der Epidermiszellen 54—55, der Sinneszellen 55, des Gehörapparates 56—57, des dorsalen Körperauswuchses der Amme 57, der Verdauungsorgane 52, 57—58; Bildung der Cloacalhöhle 58, der Kiemenspalten 58, der Schwanzmuskeln der Larve 59, der Muskelreifen 59—60, des Herzens 60—61, der Blutkörperchen 59, des Stolo prolifer 61—64; Bau des Chordastranges 64; Bewegungsmodus der Larve 65; Larven der verschiedenen Arten 65—66; Vergleich der Entwickelung von *Doliolum* mit der anderer Tunicaten 66—67.

Capitel 3. Umbildung der Larve in die Amme. Bau und Metamorphose der Amme . . 68—81

Reduction des Larvenschwanzes 68—70; Homologie der Chorda mit dem Elaeoblaste 70—71. Bau der Amme 71—78: Kiemenlamelle 71; Cuticular- (Mantel-) schicht 72; Epidermisschicht 72; Nervenendigungen 72; Muskelreifen 72—73; dorsaler Körperauswuchs 73—75; Homologie desselben mit den »Mantelgefässen« der Ascidien 75—77; Nervensystem 77; Sinneszellen 77—78; Gehörorgan 78; Stolo prolifer 78; Metamorphose der Amme 78—81: Schwinden der Ernährungs- und Athmungsorgane 80; Wachsthum der Muskelreifen 81.

Capitel 4. Abschnürung der Urknospen vom Stolo prolifer der Amme. Wandern der Urknospen; ihre Theilung in Knospen; deren Fixirung auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme und auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres . . . . . 81—92

Wachsen des Stolo prolifer 81; seine Lage im Körper 82; seine Theilung in Urknospen 82—83; Wandern der abgelösten Urknospen vermittelst Pseudopodien 87; Bau der Urknospen 83; Theilung der Urknospen 84—85; Festsetzen der Knospen auf dem dorsalen

Seite

Theile des Rückenauswuchses der Amme 85—86; wahrscheinliche Ursachen der Vertheilung der Knospen, die sich zu Ernährungs- und Pflegethieren ausbilden, auf dem Rückenauswuchse der Amme 86—88; Beweis, dass die Geschlechtsthiere sich auch aus den Urknospen ausbilden 88—92; Bau des ventralen Körperauswuchses des Pflegethieres 92.

Capitel 5. Entwickelung der drei verschiedenen Formen der Geschlechtsgeneration aus den Knospen. Bau der Ernährungs- und Pflegethiere . . . . . 93—101

Bau der jungen Knospe, bei der noch nicht zu unterscheiden ist, welche Form der Geschlechtsgeneration sich aus ihr hervorbildet 93—94; Entwickelung der Ernährungsthiere 94—96; Bau des ausgewachsenen Ernährungsthieres 96—97; Entwickelung der Pflegethiere 97—98; Bau des ausgewachsenen Pflegethieres 98; Entwickelung der Geschlechtsthiere 99; allgemeiner Schluss über den Fortpflanzungslauf von *Doliolum* 99—100; Rolle der Ernährungs- und Pflegethiere 100—101.

Capitel 6. Vergleich der Fortpflanzungsvorgänge bei Doliolum mit denen anderer Tunicaten. Entstehungsweise des Polymorphismus der Geschlechtsgeneration bei Doliolum und des Generationswechsels bei den Tunicaten . . . . . 102—117

Vergleich der *Doliolum*-Amme mit dem Cyathozooid von *Pyrosoma* und der solitären Salpe 102; wahrscheinliche Ursachen für die Entstehung des Polymorphismus der Geschlechtsgeneration von *Doliolum* 103—104; Vergleich der Fortpflanzung von *Doliolum* mit der von *Anchinia* 105—106; wandernde Theile des Stolo prolifer der Amme bei den Synascidien 106—109; Fortpflanzungslauf bei *Botryllus* 109—110; Fortpflanzungsvorgänge bei den Didemnidae 110—112; Knospungsvorgänge bei *Amauroecium* 112; Fortpflanzungslauf bei *Pyrosoma* 112—113; Fortpflanzungslauf bei den Salpen 113; Vermuthungen über die Entstehungsweise der Metagenesis bei den Tunicaten 114—117.

Zweiter Theil. Systematik . . . . . 118—136

Capitel 1. Versuch einer Genealogie der Tunicaten. Stellung der Gattung Doliolum im genealogischen Systeme der Tunicaten . . . . . 118—125

Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppe *Tunicata* zu den Wirbelthieren 118—119; die Appendicularien und einfachen Ascidien sind die ältesten Glieder der Tunicatengruppe 119—120; die colonial lebenden Ascidien und die *Cyclomyaria* sind von einander unabhängig aus den einfachen Ascidien hervorgegangen 120—121; die Pyrosomen sind von den Synascidien abzuleiten 121; die Salpen entstanden wahrscheinlich ebenfalls direkt von den einfachen Ascidien 122—123; *Anchinia* ist eine phylogenetisch ältere Form als *Doliolum* 121—122; ihr steht am nächsten *D. Mülleri* Kr. 122.

Capitel 2. Beschreibung der bekannten Doliolum-Arten . . . . . 125—136

Charakteristik der Gruppe *Cyclomyaria* 125—126, der Gattung *Anchinia* 126, der Gattung *Doliolum* 126—127. *Doliolum Mülleri* Krohn 127—130; *Doliolum rarum* Grobb. 130—132; *Doliolum Ehrenbergii* Krohn 132—133; *Doliolum Gegenbauri* nov. sp. 134. Zweifelhafte Arten 134—136; Verbreitung der bekannten Arten 136; Tabelle zur Bestimmung der Arten 136.

Nachtrag 137

Erklärung der Abbildungen . . . . . 139—140

EINLEITUNG.

Im Jahre 1827 wurden von den französischen Forschern Quoy und Gaimard, während der berühmten Weltumsegelung des Schiffes »Astrolabe«, im Stillen Ocean auf der Meeresoberfläche eigenthümliche durchsichtige salpenartige Wesen entdeckt, die wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem Fässchen von ihren Entdeckern mit dem Namen *Doliolum* belegt wurden.*) Trotzdem dieser Name schon früher (1823) von A. W. Otto für ein anderes Seethier verbraucht war,**) bürgerte er sich doch in der Wissenschaft für die Bezeichnung der von Quoy und Gaimard entdeckten Tunicate ein. Als sich aber später erwies, dass das von Otto beschriebene Gebilde kein selbständiges Thier ist,***) verblieb der Name *Doliolum* ausschliesslich der Tunicate.

Die Diagnose der Gattung, die Quoy und Gaimard in ihrem Werke veröffentlichten, lautet folgendermaassen: Forme d'un petit tonneau ouvert aux deux extrémités, l'antérieure un peu saillante; des cercles saillants, en relief à l'extérieur; une branchie interne divisée en deux branches, ayant le coeur près de leur réunion; un vaisseau dorsal. Die Gattung wird zu der Abtheilung der Salpen (Biphores) gerechnet.

Die französischen Forscher beschrieben zwei Arten ihrer neuen Gattung: *D. denticulatum* und *D. caudatum*. Die Diagnosen, sowie die beigefügten kurzen Beschreibungen und Abbildungen der zwei Arten lassen keinen Zweifel darüber, dass die in Rede stehenden Geschöpfe

*) Voyage de découvertes de l'Astrolabe exécuté par ordre du Roi pendant les années 1826—29 sous le commandement de M. J. Dumont d'Urville. Zoologie par MM. Quoy et Gaimard. T. 3. 1834.

**) A. W. Otto, Beschreibung einiger neuen Mollusken und Zoophyten, in Nova Acta Leop. Carol. XI. 2. 1823. p. 313—314. Taf. 42. Fig. 4. (*Doliolum mediterraneum*). — Später beobachtete auch Delle Chiaje Gebilde, die den von Otto beschriebenen ähnlich waren und für die er die Namen *D. papillosum* und *sulcatum* vorschlug (Delle Chiaje, Memorie s. Storia e notomia etc. Tab. 76. Fig. 5, 6, 7. Napoli 1830).

***) Die von Otto und Delle Chiaje beschriebenen Gebilde erwiesen sich als von *Phronima* angenagte Pyrosomen, in denen die Crustaceen an der Meeresoberfläche umherschwimmen. Solche Phronima-Gehäuse dienten auch Löwig und Kölliker zur Untersuchung (Ann. Sc. Nat. Zool. Sér. 3. V. 1846. pp. 196—197).

echte Doliolen sind. Dieselben Beschreibungen und Abbildungen zeigen aber auch zur Evidenz, dass der Bau der Thiere von den französischen Forschern durchweg falsch aufgefasst wurde. So werden die Muskelreifen als Blutgefässe gedeutet; ein Blutgefäss soll in der Mitte der Kieme durchlaufen; die Bauchseite des Thieres wird als Rückenseite, die Schleimdrüse als Rückengefäss oder Aorta angesprochen.

Weitere Beobachtungen über *Doliolum* wurden wieder während einer Weltumsegelung gemacht. Huxley, der als Naturforscher auf dem Schiffe »Rattlesnake« die Welt umreiste, glückte es, im südlichen Theile des Stillen Oceans wieder ein *Doliolum* aufzufinden. Die von Huxley gegebene Beschreibung des Thieres*) ist eine viel sorgfältigere und eingehendere als diejenige von Quoy und Gaimard. Er beschreibt ganz richtig das Nervensystem, die Musculatur, sowie alle übrigen Organe des Thieres. Beobachtet wurde nur die mit ausgebildeten Geschlechtsorganen versehene Form der geschlechtlichen Generation. Obwohl von Huxley nur die männlichen Geschlechtsorgane beobachtet wurden, so vermuthet er doch, dass die Doliolen Zwitterthiere sind. Die Untersuchung des Baues von *Doliolum* führte Huxley zu der Ueberzeugung, dass seine Stelle im Systeme zwischen den Salpen und Pyrosomen ist.

Bald nach dem Erscheinen der eben erwähnten Abhandlung von Huxley wurden Doliolen auch in den europäischen Meeren, nämlich im Mittelmeere von Krohn gefunden. Der Aufsatz, in dem dieser Fund veröffentlicht wurde, ist von besonderer Bedeutung in der Geschichte von *Doliolum*, da er die ersten Beobachtungen über die Entwickelung unseres Thieres enthält.**) Von Krohn wurde nicht nur die geschwänzte Larve von *Doliolum* beschrieben, sondern auch auf einen Generationswechsel in der Fortpflanzung unseres Geschöpfes hingewiesen.

Krohn fand in Neapel und Messina *Doliolum*-Formen, von denen einige acht, die anderen aber neun Muskelreifen besassen. Von den Ersteren unterschied er zwei Formen: *D. Ehrenbergii* und *Mülleri*. Von diesen beiden Formen fand Krohn Individuen, die mit Geschlechtsorganen versehen waren, und solche, die geschlechtslos waren, die aber an ihrer Bauchseite einen mehr oder weniger langen cylindrischen Körperauswuchs trugen. Unter den Formen mit neun Muskelreifen wurden zwei Arten — *D. Nordmanni* und *Troscheli* — unterschieden. Von diesen zwei Arten wurden Geschlechtsthiere nicht beobachtet, sondern nur vermuthet; die beobachteten Exemplare waren geschlechtslos, trugen aber am Rücken einen cylindrischen Körperauswuchs. Die Bauch- und Rückenauswüchse des Körpers der ungeschlechtlichen Doliolen erklärte Krohn für Keimstöcke.

Aus seinen Beobachtungen machte Krohn den folgenden Schluss: aus dem Ei von *Doliolum* bildet sich eine geschwänzte frei schwimmende Larve, die, nachdem der Schwanz verloren gegangen ist, sich in ein ungeschlechtliches *Doliolum* umbildet. Bei den Doliolen der

*) Huxley, Remarks upon *Appendicularia* and *Doliolum*, two genera of Tunicates, in Philos. Transactions Roy. Soc. of London. 1851. II. p. 599—602. Pl. XVIII. Fig. 5—9.

**) A. Krohn, Ueber die Gattung *Doliolum* und ihre Arten, im Archiv für Naturgeschichte. 1852. I. pp. 53—65. Taf. II.

ersten Gruppe (mit 8 Muskelreifen) besitzt das aus der Larve hervorkommende Thier einen ventralen, bei denen der zweiten Gruppe (mit 9 Muskelreifen) einen dorsalen Keimstock. Auf diesen Keimstöcken entstehen durch Knospung wahrscheinlich Geschlechtsthiere. Die Fortpflanzung von *Doliolum* betrachtet Krohn als einen echten Generationswechsel, der dem bei den Salpen constatirten vollkommen ähnlich ist. Wie aus der folgenden Zusammenstellung zu sehen ist, folgt nach Krohn's Anschauung auf die geschlechtliche Generation eine ungeschlechtliche Ammengeneration, die auf ungeschlechtlichem Wege wieder Geschlechtsthiere erzeugt.

Arten mit 8 Muskelreifen (*D. Ehrenbergii* und *Mülleri*)	Arten mit 9 Muskelreifen. (*D. Nordmanni* und *Troscheli*)
Larve	Larve
Ammengeneration mit Bauchstolo	Ammengeneration mit Rückenstolo
Geschlechtsgeneration	Geschlechtsgeneration (Thiere dieser Generation wurden nicht beobachtet; ihre Existenz wurde von Krohn nur vermuthet).

Obschon sich die Beobachtungen von Krohn als vollkommen exact erwiesen, so waren sie doch viel zu lückenhaft und unvollständig, um genügendes Licht auf die Vorgänge der Fortpflanzung von *Doliolum* zu werfen. Die Schlüsse, zu welchen Krohn durch seine Untersuchungen geführt wurde, ergaben sich auch bald als der Natur nicht vollkommen entsprechend. Durch die schönen Beobachtungen von Gegenbaur wurde schon bald nachgewiesen, dass die Fortpflanzung von *Doliolum* viel complicirter ist, als Krohn vermuthete.

Die Untersuchungen von Gegenbaur wurden in extenso im J. 1856 publicirt.*) Gegenbaur bestätigte die Angaben von Krohn über das geschwänzte Larvenstadium, sowie über die Existenz des Generationswechsels bei *Doliolum*; er zeigte aber, wie gesagt, dass dieser Generationswechsel viel complicirter ist als bei den Salpen. Er fand nämlich, dass sich aus der geschwänzten Larve ein ungeschlechtliches *Doliolum* bildet, das immer mit neun Muskelreifen und einem Rückenstolo versehen ist. Auf Diesem entwickeln sich durch Knospung wieder geschlechtslose Individuen zweierlei Art: 1) sogenannte Lateralsprossen, die an beiden Seiten des Rückenstolo in einer Reihe geordnet sind und in ihrem Bau beträchtlich vom typischen *Doliolum* abweichen, und 2) sogenannte Mittelsprossen, die in der Mitte des Stolo in Haufen geordnet sind und vom typischen *Doliolum* nur darin abweichen, dass sie mit einem Bauchstolo versehen sind. Bei den Lateralsprossen konnte Gegenbaur weder Geschlechtsorgane noch einen Keimstock auffinden; bei den Mittelsprossen aber sah er auf ihrem Bauchstolo Knospen, aus denen sich nach seiner Vermuthung Geschlechtsdoliolen bilden sollen. Diese Beobachtungen zeigten auf das Evidenteste, dass die von Krohn gemachte Unterscheidung der *Doliolum*-Arten nach der Zahl der Muskelreifen eine verfehlte war, da in jeder Art die eine Generation mit acht, die andere dagegen mit neun Muskelreifen versehen ist; sie lieferten

*) C. Gegenbaur, Ueber die Entwickelung von *Doliolum*, der Scheibenquallen und von *Sagitta*. Briefl. Mitth. an A. Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1854. p. 13. — Gegenbaur, Ueber den Entwickelungscyclus von *Doliolum*, nebst Bemerkungen über Larven dieser Thiere. Ebenda VII. 1856. p 283—314. Taf. XIV—XVI.

auch Beweise für die Zugehörigkeit von *D. Troscheli* Krohn zu der Quoy und Gaimard'schen Art *D. denticulatum*, und machten es sehr wahrscheinlich, dass *D. Nordmanni* Kr. nichts anderes als die Amme von *D. Mülleri* Kr. ist. — Von Gegenbaur wurden ferner mehrere Arten beschrieben und abgebildet, aber nicht benannt; ein Versuch, diese Arten zu deuten, soll in dem zweiten, systematischen Theile dieser Monographie gemacht werden.

Eine vollkommene Bestätigung der Angaben Gegenbaur's über die Fortpflanzungsvorgänge bei *Doliolum* geben die Untersuchungen von Keferstein und Ehlers.*) Ebenso wie Gegenbaur konnten auch diese Forscher die Schicksale der Lateralsprossen nicht ermitteln; es gelang ihnen aber, die Entwickelung der Geschlechtsthiere aus den Knospen des Bauchstolo des achtmuskeligen, geschlechtslosen *Doliolum* zu verfolgen. Die Verfasser theilen eine Reihe von Beobachtungen über den Bau der verschiedenen Generationen mit und machen einige Bemerkungen über das bereits von Krohn und Gegenbaur bemerkte allmähliche Verschwinden der Eingeweide beim neunmuskeligen, geschlechtslosen *Doliolum* mit Rückenstolo. Was die beobachteten Arten betrifft, so wurden im geschlechtsreifen Zustande *D. Ehrenbergii* Kr. und eine neue Art, die fälschlich mit dem Namen *D. Mülleri* Kr. bezeichnet ist, beschrieben und abgebildet. Von anderen Generationen sind vier verschiedene Formen der Generation mit Rückenstolo beschrieben und abgebildet. (Diese Formen sind bloss unter Nummern angeführt; von ihrer Zugehörigkeit zu den im geschlechtsreifem Zustande bekannten Arten ist Nichts angegeben.) Von Lateral- sowie von Mittelsprossen werden auch mehrere theils ausgebildete, theils noch in der Entwickelung begriffene erwähnt. Alle diese *Doliolum*-Formen werden später im systematischen Theile näher berücksichtigt werden.

Nach dem Erscheinen der Untersuchungen von Keferstein und Ehlers verflossen volle fünfzehn Jahre, ehe *Doliolum* wieder als Untersuchungsobjekt diente. Im J. 1876 erschien der ausgezeichnete Aufsatz von Fol über die sogenannte Schleimdrüse, in dem er über die Bedeutung und Schicksale der Lateralsprossen von *Doliolum* seine Meinung äussert.**) Da diese Lateralsprossen wegen geringer Entwickelung der Musculatur zur selbständigen Bewegung unfähig sind; da ferner bei ihnen die Athmungs- und Ernährungsorgane auffallend stark ausgebildet sind; da endlich das sie erzeugende neunmuskelige, geschlechtslose *Doliolum* zur Zeit der vollkommenen Ausbildung dieser Lateralsprossen immer seine Ernährungs- und Athmungsorgane verliert, so glaubt Fol berechtigt zu sein, diese eigenthümlich gebauten Lateralsprossen als Geschöpfe anzusehen, die dazu bestimmt sind, das neunmuskelige ungeschlechtliche *Doliolum* zu ernähren. Er vergleicht die Lateralsprossen von *Doliolum* mit den Fressthieren bei Röhrenquallen, betrachtet dagegen das neunmuskelige *Doliolum* als Schwimmglocke der Colonie. Während die Lateralsprossen mit der Colonie zu Grunde gehen, dienen die Mittelsprossen, die auf ihrem Bauchstolo Geschlechtsthiere produciren, zur Erhaltung der Art.

*) Keferstein und Ehlers, Zoologische Beiträge, gesammelt im Winter 1859/60 in Neapel und Messina, Leipzig 1861. III. Ueber die Anatomie und Entwickelung von *Doliolum*. p. 53—71. Taf. IX—XII (Fig. 1—3).

**) H. Fol, Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunicaten, im Morpholog. Jahrb. I. 1876. p. 222—242. Taf. VII.

Wenn wir diese Anschauungsweise von Fol über die Bedeutung der Lateralsprossen annehmen und alles, was bisher über die Fortpflanzungsvorgänge von *Doliolum* ermittelt wurde, zusammenfassen, so ergiebt sich Folgendes: Aus der freischwimmenden geschwänzten Larve bildet sich ein geschlechtsloses neunmuskeliges *Doliolum*, das auf seiner Rückenseite einen Stolo prolifer trägt. Auf Diesem entstehen Knospen, die dimorph und auf der Rückenseite des Rückenstolo in drei Längsreihen geordnet sind. Aus den Knospen der zwei Lateralreihen entwickeln sich sogenannte Lateralsprossen, die zum selbständigen Leben unfähig sind, ohne Nachkommenschaft bleiben und einer speciellen Function, der Ernährung des sie tragenden *Doliolum*, angepasst sind. Aus den Knospen, die auf der Mittellinie des Rückenstolo des ungeschlechtlichen neunmuskeligen *Doliolum* entstehen, entwickeln sich achtmuskelige ungeschlechtliche Doliolen mit Bauchstolo. Von diesem Bauchstolo entwickeln sich durch Knospung wieder achtmuskelige Doliolen, die aber mit Geschlechtsorganen versehen sind. Diese Geschlechtsdoliolen legen Eier ab, aus denen sich geschwänzte freischwimmende Larven ausbilden.

Dies war der Zustand unserer Kenntnisse über den Lebenslauf von *Doliolum*, als ich es zum Object für meine Untersuchungen wählte. Ich stellte mir als Ziel, seine Fortpflanzungsvorgänge, sowie, wenn möglich, seine Embryonalentwickelung näher zu studiren.

Einige meiner Resultate über die Embryonalentwickelung von *Doliolum* habe ich in einer kleinen vorläufigen Notiz im J. 1881 zusammengestellt.*) Dieser Notiz wollte ich eine zweite, über die Fortpflanzungsweise von *Doliolum*, folgen lassen, als ich erfuhr, dass Dr. C. Grobben in Wien eine grössere Arbeit über *Doliolum* zur Veröffentlichung vorbereitete. Diese Arbeit von Grobben erschien auch im Anfange des Jahres 1882.**)

Das grosse Verdienst von Grobben ist die Entdeckung, dass das von Keferstein und Ehlers unter dem Namen »rosettenförmiges Organ« bei dem neunmuskeligen ungeschlechtlichen *Doliolum* mit Rückenstolo beschriebene Gebilde ein echter Stolo prolifer ist, von dem Knospen abgehen. Dieser Entdeckung kann ihrer Wichtigkeit nach nur die Gegenbaur'sche Entdeckung der Mittel- und Lateralsprossen an die Seite gestellt werden. Leider scheinen die Beobachtungen von Grobben viel zu hastig ausgeführt und darum auch in vielen Punkten lückenhaft geblieben zu sein; wegen dieser Unvollständigkeit sind auch die Schlüsse, die er aus seinen Beobachtungen gezogen hat, in vielen Punkten unhaltbar.

Die Fortpflanzungsvorgänge von *Doliolum* werden von Grobben folgendermaassen geschildert: das geschlechtsreife achtmuskelige Thier legt ein Ei ab, aus welchem sich eine geschwänzte Larve entwickelt; nach der Resorption des Schwanzes verwandelt sich die Larve in ein geschlechtsloses *Doliolum*, das neunmuskelig und mit zwei Stolonen versehen ist, einem Rückenstolo, wie ihn Krohn genannt hat, und einem Bauchstolo, der seit Keferstein und Ehlers

*) Zool. Anzeiger. 1881. Nr. 92 u. 96.

**) C. Grobben, *Doliolum* und sein Generationswechsel, nebst Bemerkungen über den Generationswechsel der Acalephen, Cestoden und Trematoden. Wien. 1882. 98 pp. 5 Taf. (Abdruck aus den Arbeiten des Zoolog. Institutes zu Wien. Bd. IV. H. 2).

unter dem Namen »rosettenförmiges Organ« bekannt ist. Dieses mit zwei prolificirenden Stolonen versehene *Doliolum* rechnet Grobben zur »ersten Ammengeneration«. Während ihres Lebens erleidet diese »erste Amme« eine Metamorphose, die sich im Zerfalle der Ernährungs- und Athmungsorgane und in einem starken Wachsen der Muskelreifen äussert. Vom Bauchstolo der »ersten Amme« (rosettenförmiges Organ) gehen Knospen ab, die zur weiteren Entwickelung unfähig sind und darum »abortive Knospen« genannt werden. Auf dem Rückenstolo der ersten Amme entstehen, was wir seit Gegenbaur wissen, zweierlei Knospen, solche, aus denen die Lateralsprossen sich herausbilden, und andere, die zu Mittelsprossen werden. Alle Knospen entstehen nach den Angaben von Grobben aus verlängerten, wurstförmigen Körpern unbekannten Ursprungs, die als »Urknospen« bezeichnet werden. Die Lateralsprossen werden nach dem Vorgange von Fol als Ernährungsthiere der ersten Amme angesehen. Auf dem Bauchstolo des achtmuskeligen *Doliolum*, das sich aus den Mittelknospen bildet und von Grobben als zur »zweiten Ammengeneration« gehörig angesehen wird, entwickeln sich aus einer Urknospe unbekannten Ursprunges Knospen, die sich zu Geschlechtsdoliolen ausbilden.

Schon bald nach dem Erscheinen der Abhandlung von Grobben veröffentlichte ich eine kleine Mittheilung, in der ich die von mir gewonnenen Resultate über die Fortpflanzungsvorgänge von *Doliolum* kurz niederlegte.*) Meine Untersuchungen führten mich zu der festen Ueberzeugung, dass der Generationswechsel bei *Doliolum* gar nicht so verwickelt ist, wie man ihn sich bis dahin vorstellte; dass im Fortpflanzungscyclus von *Doliolum* ebenso, wie in den meisten Fällen des Generationswechsels, zwei Generationen aufeinander folgen, von denen die eine auf geschlechtlichem Wege entstandene ungeschlechtlich ist, während die andere geschlechtliche auf ungeschlechtlichem Wege erzeugt ist. Ferner wurden Beweise dafür angeführt, dass nur das sogenannte »rosettenförmige Organ« den Namen eines Stolo prolifer verdient, während der sogenannte »Rückenstolo« der »ersten Amme« (Grobben) und der sogenannte »Bauchstolo« der »zweiten Amme« (Grobben) an der Erzeugung der Knospen gar keinen Antheil nehmen, dass folglich nur das neunmuskelige *Doliolum*, das mit dem Stolo prolifer (rosettenförmiges Organ) versehen ist, die Bezeichnung »Amme« verdient. Ich zeigte endlich, dass von dem Stolo prolifer der Amme sich Theile abschnüren, die nicht zu Grunde gehen und folglich keine »abortive Knospen« sind, sondern weiter leben und das Material zur Bildung der zweiten geschlechtlichen Generation liefern; dass nur ein Theil der Individuen dieser geschlechtlichen Generation seine volle Entwickelung erreicht und zu geschlechtlich vollkommen entwickelten Doliolen wird, während bei allen übrigen die Anlagen der Geschlechtsorgane einer Reduction unterworfen sind. Einige von diesen unentwickelt bleibenden Individuen erhalten einen, zum selbständigen Leben untauglichen Bau und sind speciell zur Ernährung der sie tragenden Amme bestimmt (die sog. Lateralsprossen); die anderen (Mittelsprossen) tragen während ihres freien Lebens auf dem Ueberreste des Stieles der Knospe, aus welcher sie sich entwickelt haben, einen Theil des Stolo prolifer der Amme (die sogen.

*) Zur Naturgeschichte von *Doliolum*. Zool. Anzeiger 1882. Nr. 118 u. 119.

Urknospe, Grobben), aus welcher die vollkommen entwickelten Geschlechtsindividuen sich hervorbilden. Die zweite geschlechtliche Generation von *Doliolum* erscheint folglich polymorph, indem sie nämlich aus drei verschieden gebauten *Doliolum*-Formen besteht. Es schien mir möglich, das Hervorbilden eines solchen Polymorphismus der Geschlechtsgeneration von *Doliolum* durch eine Reihe von Anpassungen an die ausserordentlich ungünstigen Ernährungsverhältnisse, in denen die Amme sich befindet, zu erklären. In demselben Jahre, als die eben erwähnte vorläufige Mittheilung in deutscher Sprache erschien, veröffentlichte ich in russischer Sprache eine viel eingehendere Mittheilung über die Entwickelung und Fortpflanzung von *Doliolum*.*) In ihr sind die Hauptresultate meiner Untersuchungen über die embryonale Entwickelung von *Doliolum*, sowie über seine Fortpflanzung, kurz zusammengestellt.

Die folgenden Blätter enthalten einen ausführlichen Bericht über alle von mir über *Doliolum* gesammelten Beobachtungen. Dieser Bericht zerfällt in zwei Theile. Von ihnen ist der erste der Anatomie, der embryonalen Entwickelung, sowie den Vorgängen der Fortpflanzung gewidmet. Der zweite Theil enthält Beschreibungen aller bis jetzt bekannten Arten, das Wenige, was über ihre Verbreitung bekannt ist, und endlich einen Versuch, die Verwandtschaftsbeziehungen der *Cyclomyaria* zu den anderen Tunicatengruppen, sowie der einzelnen Glieder der Gruppe *Cyclomyaria* zu einander zu erörtern. Ehe ich aber zur Darlegung meiner Beobachtungen übergehe, stelle ich noch einmal in einer leicht übersichtlichen Tabelle die seit Gegenbaur von verschiedenen Forschern ausgesprochenen Meinungen über die Fortpflanzungsvorgänge zusammen.

*) Ульянинъ, В., О развитіи и размноженіи *Doliolum*'a. Москва 1882. 8. Стр. 100. 1 Табл.

Gegenbaur (1856)	Fol (1876)	Grobben (1882)	Ulianin (1882)
Larve	Larve	Larve	Larve
Erste Generation geschlechtslos, mit 9 Muskelreifen und Rückenstolo. Diese erste Generation producirt auf ihrem Rückenstolo die	**Erste Generation** geschlechtslos, mit 9 Muskelreifen und Rückenstolo. Diese erste Generation producirt auf ihrem Rückenstolo die	**Erste Ammengeneration** mit zwei Stolonen (Stolo dorsalis und ventralis) und 9 Muskelreifen.	**Ammengeneration** mit Bauchstolo und 9 Muskelreifen. Der Bauchstolo liefert Urknospen, die das Material zur Bildung der —
		Vom Bauchstolo gehen **Abortive Knospen** ab.	Der Rückenstolo producirt
Zweite Generation, die dimorph ist und aus folgenden zwei verschieden gebauten *Doliolum*-Formen besteht:	**Zweite Generation,** die dimorph ist und aus folgenden zwei verschieden gebauten *Doliolum*-Formen besteht:		**Geschlechtsgeneration** liefern. Diese Generation ist polymorph und besteht aus folgenden drei verschieden gebauten *Doliolum*-Formen:
Lateralsprossen, die abnorm gebaut sind, der Geschlechtsorgane und eines Keimstockes entbehren	Lateralsprossen, die abnorm gebaut sind, ohne Nachkommenschaft bleiben und zur Ernährung des *Doliolum* der 1. Generation dienen	**Lateralsprossen,** die abnorm gebaut sind, ohne Nachkommenschaft bleiben und zur Ernährung der 1. Amme dienen.	1. Ernährungsthiere, die abnorm gebaut sind, ohne Nachkommenschaft bleiben (die Genitalorgane sind rückgebildet) und zur Ernährung der Amme dienen.
Mittelsprossen, die geschlechtslos und mit 8 Muskelreifen und einem Bauchstolo versehen sind. Auf diesem Bauchstolo entwickeln sich auf ungeschlechtlichem Wege Thiere der	Mittelsprossen, die geschlechtslos und mit 8 Muskelreifen und einem Bauchstolo versehen sind. Auf diesem Bauchstolo entwickeln sich auf ungeschlechtlichem Wege Thiere der	**Zweite Ammengeneration,** die mit 8 Muskelreifen versehen ist und einen Bauchstolo trägt. Auf diesem Bauchstolo entwickeln sich auf ungeschlechtlichem Wege Thiere der	2. Pflegethiere, die mit 8 Muskelreifen versehen sind, ohne Nachkommenschaft bleiben (die Genitalorgane sind rückgebildet) und zum Aufzüchten der Knospen, aus denen Geschlechtsthiere sich herausbilden, dienen.
Dritten Generation, die mit Geschlechtsorganen versehen sind und 8 Muskelreifen besitzen. Aus den von diesen Thieren abgelegten Eiern entwickeln sich geschwänzte Larven.	**Dritten Generation,** die mit Geschlechtsorganen versehen sind und 8 Muskelreifen besitzen. Aus den von diesen Thieren abgelegten Eiern entwickeln sich geschwänzte Larven.	**Geschlechtsgeneration,** mit 8 Muskelreifen und vollkommen ausgebildeten Genitalorganen. Aus den von diesen Thieren abgelegten Eiern entwickeln sich geschwänzte Larven.	3. Geschlechtsthiere mit 8 Muskelreifen und vollkommen ausgebildeten Genitalorganen. Aus den von diesen Thieren abgelegten Eiern entwickeln sich geschwänzte Larven.

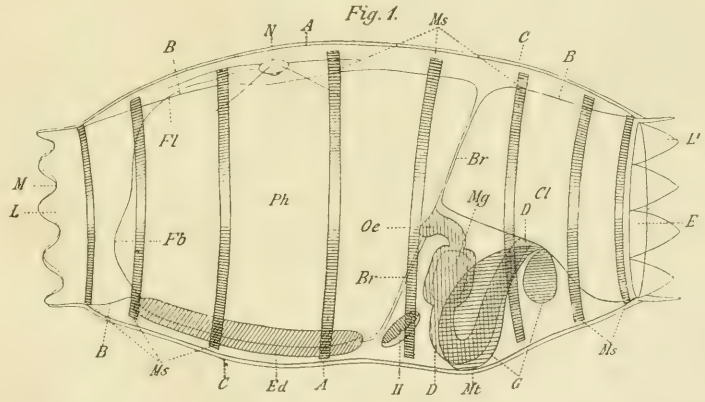
ERSTER THEIL.

BAU, ENTWICKELUNG UND GENERATIONSWECHSEL VON DOLIOLUM.

Capitel I.

Schema, nach welchem Doliolum gebaut ist. Bau des Geschlechtsthieres. Entwickelung der Eier im Ovarium.

Doliolum hat, wie schon sein Name zur Genüge zeigt, die Form eines Fässchens (Fig. 1). Dieses ist doppelwandig und an beiden Enden geöffnet, so dass das Wasser während des Schwimmens des Thieres in die eine vordere Oeffnung — die Mundöffnung (*M*) — hineintritt, durch das Fässchen hindurchströmt und durch die hintere Oeffnung — die Cloacalöffnung (*E*) — herausgeworfen wird. Die äussere Wand des Fässchens (*A*) geht an den Rändern der beiden Oeffnungen in die innere Wand (*B*), von der sie durch einen ziemlich grossen Raum getrennt ist, über. Die innere Wand geht nicht wie die äussere Wand continuirlich durch das ganze Fässchen, sondern bildet zwei Säcke, deren Böden sich im Innern des Fässchens aneinanderlegen. Die zwei so gebildeten Innenräume sind ein vorderer, grösserer, die Pharyngealhöhle (*Ph*), und

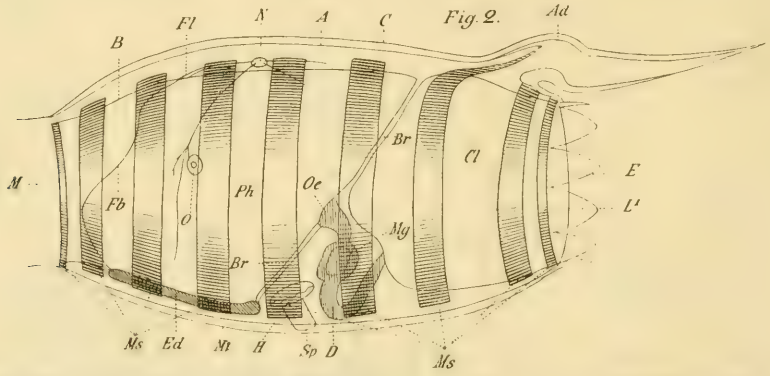


A äussere, *B* innere Wand des Fässchens. *Br* Kieme. *C* Cuticula. *Cl* Cloacalhöhle. *D* Darm. *E* Cloacalöffnung. *Ed* Endostyl. *Fb* Flimmerbänder. *Fl* Flimmergrube. *G* Geschlechtsorgane. *H* Herz. *L* Lappen der Mundöffnung, *L'* der Cloacalöffnung. *M* Mund. *Mg* Magen. *Ms* Muskelreifen. *Mt* Mantel. *N* Ganglion. *Oe* Oesophagus. *Ph* Pharyngealhöhle.

ein hinterer, kleinerer, die Cloacalhöhle (*Cl*). Die zwei sich aneinanderlegenden Theile der inneren Wand des Fässchens bilden die Kiemenlamelle (*Br*), die von einer Anzahl Kiemenspalten durchbohrt ist. Im Raume zwischen den zwei Wänden des Fässchens, der mit Blut und Bindegewebe gefüllt ist, liegen die übrigen Organe, nämlich Herz (*H*), Muskelreifen (*Ms*), Nervensystem (*N*), Verdauungsorgane (*D*) und Geschlechtsorgane (*G*). In der Pharyngealhöhle finden sich besondere Einrichtungen zur Einführung der Nahrung in den Oesophagus, nämlich die Flimmerbänder (*Fb*) und die Schleimdrüse oder das Endostyl (*Ed*). Die vordere, sowie die hintere Oeffnung des Fässchens sind mit besonderen, stark entwickelten Sinnesorganen versehen.

Das ist das Schema, auf welches jedes *Doliolum* zurückgeführt werden kann. Verschiedene Arten zeigen mehr oder weniger grosse Abweichungen von ihm. So behält z. B. die Kiemenlamelle nicht immer die Form einer einfachen, schräg von hinten und oben nach vorn und unten verlaufenden Lamelle, sondern ist zuweilen stark knieförmig gebogen (Taf. 7, Fig. 5). Der Nahrungscanal kann entweder auf sich zusammengebogen (Fig. 1), oder mehr oder weniger in die Länge gezogen sein (Taf. 12, Fig. 8). Verschiedene Form und Verschiedenheiten in der gegenseitigen Lage der männlichen Geschlechtsorgane zu den weiblichen zeigen auch die Fortpflanzungsorgane, die immer auf der linken Seite des Nahrungscanals ihre Lage haben.

Viel grössere Unterschiede in ihrem Bau zeigen die Doliolen der verschiedenen Generationen, oder die verschiedenen Formen einer und derselben Generation. So unterscheidet sich immer die Amme nicht unwesentlich von dem soeben skizzirten Schema. Am Rücken, dicht neben der Cloacalöffnung der Amme (Fig. 2), ist ein mächtiger cylindrischer Auswuchs



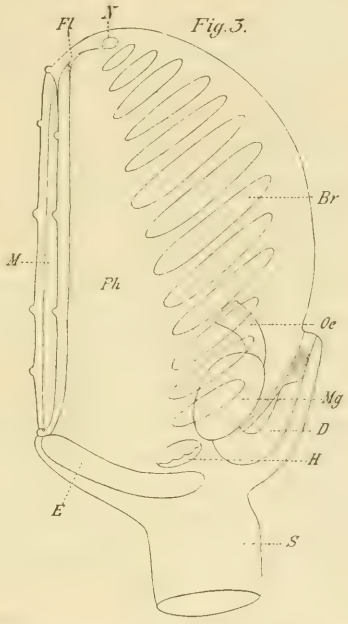
A Aeussere Wand des Fässchens. *Ad* Rückenauswuchs. *B* Innere Wand des Fässchens. *Br* Kieme. *C* Cuticula. *Cl* Cloacalhöhle. *D* Darm. *E* Cloacalöffnung. *Ed* Endostyl. *Fb* Flimmerbänder. *Fl* Flimmergrube. *H* Herz. *L* Lappen der Mundöffnung, *L'* der Cloacalöffnung. *M* Mund. *Mg* Magen. *Ms* Muskelreifen. *Mt* Mantel. *N* Nervensystem. *O* Otolithenbläschen. *Oe* Oesophagus. *Ph* Pharyngealhöhle. *Sp* Stolo prolifer.

der äusseren Wand des Fässchens vorhanden (*Ad*), in dessen Basis eine Verlängerung des siebenten Muskelreifens eintritt. Von Muskelreifen hat die *Doliolum*-Amme neun anstatt acht. An der linken Seite des Körpers findet sich ein Gehörbläschen mit Otolith (*o*). An der Bauchseite des Körpers, dicht unter dem Herzen, ist ein Stolo prolifer (*Sp*) vorhanden.

Von der zweiten geschlechtlichen Generation, die aus drei verschieden gebauten *Doliolum*-Formen besteht, sind die vollkommen entwickelten Individuen (die Geschlechtsthiere) dem oben angeführten Schema ähnlich gebaut. Dies gilt auch von den unvollkommen entwickelten Individuen dieser Generation, die ich mit dem Namen »Pflegethiere« bezeichnet habe. Diese unterscheiden sich von den Geschlechtsthieren nur durch den Mangel der Geschlechtsorgane und durch das Vorhandensein eines bei verschiedenen Arten mehr oder weniger langen, cylindrischen Auswuchses der äusseren ventralen Körperwand, auf welchem die im Wachsen begriffenen Geschlechtsindividuen herumgetragen und gezüchtet werden. Von allen erwähnten Formen unterscheiden sich am meisten von dem angeführten Schema die unvollkommen entwickelten Individuen der Geschlechtsgeneration, die von mir »Ernährungsthiere« genannt wurden. Bei diesen eigenthümlichen Geschöpfen (Fig. 3) ist der ganze Körper stark in die Höhe, in der Richtung der Querachse aufgetrieben, während die Längsachse des Körpers stark verkürzt ist. Die beiden Oeffnungen, die in den *Doliolum*-körper führen, sind auch sehr stark vergrössert; besonders grosse Dimensionen erreicht die Cloacalöffnung, durch deren Ränder der Boden der sehr flachen Cloacalhöhle unbedeckt bleibt; durch eine solche starke Erweiterung und Verflachung der Cloacalhöhle gelangen die Kiemenspalten, sowie auch die Afteröffnung auf die Oberfläche des Körpers. Besonderheiten im Bau dieser merkwürdigen Wesen bietet auch die Musculatur, die nur äusserst spärlich entwickelt ist.

Meine Darstellung des Baues von *Doliolum* beginne ich mit der Schilderung der Organisation des vollkommen ausgewachsenen *Doliolum* mit Geschlechtsorganen.

Fig. 3.



Schema des Ernährungsthieres. *Br* Kieme. *D* Darm. *E* Endostyl. *Fl* Flimmergrube, *H* Herz. *M* Mund. *Mg* Magen. *N* Ganglion. *Oe* Oesophagus. *Ph* Pharyngealhöhle. *S* Stiel.

Aeussere Hautdecken.

Wie die Untersuchungen von Löwig und Kölliker*), von Schacht**) und besonders von Oscar Hertwig***) gezeigt haben, bestehen die Hautdecken der Tunicaten aus einer zelligen Epidermis, die eine mehr oder weniger stark entwickelte Cuticularschicht ausscheidet. Bei der grossen Mehrzahl der Tunicaten ist diese Cuticularschicht während des Wachsthums des Thieres einer ganzen Reihe von Umbildungen unterworfen, die alle zum Ziele haben, den äusseren Hautdecken eine möglichst grosse Festigkeit und Resistenz zu geben. So gelangen bei den Ascidien, Synas-

*) Ann. des Sc. nat. 1846. **) Müller's Archiv 1851. ***) Jenaische Zeitschr. 1871.

cidien, Pyrosomen und Salpen in die eben ausgeschiedene Cuticularschicht eine Anzahl aus der Epidermis auswandernder Zellen, die das viel raschere Wachsthum dieser Cuticularschicht ermöglichen; gleichzeitig mit diesem Einwandern der Epidermiszellen, die bei manchen Tunicaten noch weiteren Umbildungen unterworfen sind, erscheint in der Cuticularschicht ein besonderer Stoff, — die Cellulose — der ebenfalls zur Festigkeit des sogenannten äusseren Mantels oder der Testa dient. Der grösstentheils mächtig entwickelte äussere Mantel bekommt in dieser Weise eine feste, knorpelige, zuweilen lederartige Consistenz und dient den in ihm verborgenen, öfters colonial lebenden Thieren als ausgezeichnetes Schutzmittel gegen die Aussenwelt.

Wie schon O. Hertwig gezeigt hat, sind von allen Tunicaten *Doliolum* und Appendicularien diejenigen, bei welchen der äussere Mantel am wenigsten entwickelt ist und bei denen die Hautdecken zeitlebens so gebaut erscheinen, wie die der anderen Tunicaten im Larvenzustande. Bei den genannten Thieren bestehen die Hautdecken aus einer äusserst einfach gebauten Epidermis und einer hyalinen und structurlosen Cuticularschicht.*)

Die eingehendsten Beobachtungen über die Hautdecken von *Doliolum* sind die von Grobben. Er beschreibt die Epidermiszellen von *Doliolum* als »polygonale, meist sechseckige Platten. Das Protoplasma derselben ist um den central gelegenen, schwach sichelförmig gebogenen Kern etwas dichter angesammelt; von dieser centralen Ansammlung ziehen zahlreiche Protoplasmafäden, welche durch zarte Brücken miteinander in Verbindung stehen, gegen die Peripherie der Zelle«. Die Protoplasmafäden verlaufen nach Grobben's Meinung nicht in einem flüssigeren Zellsafte, sondern sind »bloss die dickeren Stellen in einem flächenförmig ausgebreiteten Zellinhalte«.**)

Diesen Angaben kann ich nur theilweise beistimmen, da einige von meinen Beobachtungen gegen die Ansichten von Grobben über die Beschaffenheit der Epidermiszellen sprechen.

An den mit Goldchlorid bearbeiteten Doliolen erhält man gewöhnlich Bilder, die der Beschreibung, die Grobben mittheilt, vollkommen entsprechen. Es gelingt aber auch zuweilen bei guter Beleuchtung, die Epidermiszellen an lebenden Thieren zu unterscheiden. An solchen Präparaten kann man mit der grössten Klarheit sehen, dass die Zellen etwas anders gebaut sind, als es Grobben angiebt. Neben dem etwas verlängerten, öfters gebogenen, sehr selten runden Kerne mit mehreren gut unterscheidbaren, stark lichtbrechenden Kernkörperchen ist ein ziemlich grobkörniges Protoplasma angehäuft; diese Protoplasmaanhäufung umgiebt den Kern nicht immer von allen Seiten, man trifft nicht selten solche Zellen, in denen die ganze Anhäufung auf der einen Seite des Kernes liegt, während er von anderen Seiten nur von einer äusserst dünnen Protoplasmaschicht umgeben ist. Von dieser Protoplasmaanhäufung geht

*) In der Fig. 10 der Taf. II seiner Abhandlung über das Nervensystem der Tunicaten (M. Ussow, Beiträge zur Kenntniss der Organisation der Tunicaten. Moskau, 1876. Russisch), bildet Ussow den »äusseren Mantel« von *D. Ehrenbergii* als aus einer hyalinen und structurlosen Grundsubstanz bestehend ab, in die eine grosse Zahl verästelter Zellen eingelagert ist. Wie schon von Grobben bemerkt wurde, entspricht diese Abbildung nicht dem wirklichen Sachverhalte; der »äussere Mantel« von *Doliolum* ist immer eine structurlose Cuticularschicht, in der niemals geformte Elemente zu sehen sind.

**) L. c. p. 7.

eine grosse Menge dünner Ausläufer ab, die sich vielfach verästeln, miteinander zusammenfliessen und bis an die Zellgrenze gelangen. An der Zellgrenze münden alle diese Fäden in eine sehr dünne corticale Plasmaschicht, in der nur sehr wenige Körner zu sehen sind.

Wenn man solche frische Zellen bei starken Vergrösserungen und bei guter Beleuchtung längere Zeit beobachtet, so ist es nicht schwer, Bewegungen im körnigen Plasma der Zelle zu sehen. Man sieht die centrale Protoplasmamasse beständig ihre Form wechseln, neue Ausläufer aussenden und andere zurückziehen. Man kann auch mit voller Deutlichkeit die charakteristische Körnchenbewegung in den Plasmafäden unterscheiden. In den Räumen zwischen den Protoplasmafäden konnte ich niemals in der lebenden Zelle irgendwelche geformte Partikeln wahrnehmen.

Diese Beobachtungen scheinen mir zur Genüge zu zeigen, dass die Grobben'sche Anschauung über die Structur der Epidermiszellen nicht richtig ist. Wenn wir, wie das Grobben annimmt, die Protoplasmafäden nur als verdickte Stellen des flachen Protoplasmakörpers der Zelle ansehen, so bleiben die an lebenden Zellen beobachteten Erscheinungen unerklärbar. Um sie zu erklären, wäre es nothwendig, Körnchenbewegungen und Bewegungen überhaupt nur in den verdickten Theilen des Zellkörpers anzunehmen, was evident nicht annehmbar ist. Nach dem von mir Beobachteten zu urtheilen, bestehen die Epidermiszellen aus einer dünnen corticalen Plasmaschicht, die wie eine stark abgeflachte Kapsel flüssigen Zellsaft enthält. In diesem Zellsafte liegt ein Kern, der von einem Haufen körnigen Protoplasmas umhüllt ist; dieses den Kern umhüllende Protoplasma sendet beständig zur Corticalschicht eine Menge dünner Ausläufer. Etwas ähnliche Zellen finden sich, wie bekannt, auch in den äusseren Decken anderer Tunicaten; ich meine die sogenannten »Blasenzellen« aus dem äusseren Mantel der *Phallusia mamillata*, die im Wesentlichen denen der *Doliolum*-Epidermis ähnlich sind.*)

Das eben beschriebene flache Epithel, das den *Doliolum*-Körper von aussen umgrenzt, scheidet, wie bei allen übrigen Tunicaten, eine hyaline und structurlose Cuticularschicht ab, die bei den meisten Tunicaten als solche nur in den jüngsten Larvenstadien zu sehen ist, während sie bei *Doliolum* das ganze Leben hindurch als solche besteht. Diese Cuticularschicht ist grösstentheils, besonders bei den mit Geschlechtsorganen versehenen Doliolen, sehr wenig ent-

*) Vergl. z. B. die Fig. 14 (II) d. Taf. V der oben erwähnten Abhandlung von Osc. Hertwig. — Ussow bildet auf der Taf. VI seiner Beiträge zur Kenntniss der Organisation der Tunicaten in der Fig. 12 *B* einen Mundlappen von *D. Nordmanni* ab (Vergr. 650). Der Lappen besteht aus einer grossen Menge kleiner, mit grossen Kernen versehener polyedrischer Epidermiszellen, auf welchen zwei grosse, kernhaltige, sternförmige Zellen liegen. Ueber die Deutung dieser zwei verästelten Zellen spricht sich Ussow weder im Texte noch in der Tafelerklärung aus. Eine so gebaute *Doliolum*-Epidermis gelang es mir niemals zu beobachten. Ich kann mir die erwähnte Abbildung nur so erklären, dass die Contouren der von Ussow abgebildeten Epidermiszellen den Maschen des Protoplasmanetzes der Epidermiszellen entsprechen, während die echten Grenzen der Zellen vom Autor übersehen waren. Die in Rede stehende Figur wird leider auch bei einer solchen Erklärung nicht ganz verständlich, denn, der Natur widersprechend, sind in den Maschen des Plasmanetzes die besprochenen grossen Kerne eingezeichnet.

wickelt, jedoch immer leicht nachweisbar. Bei *D. Ehrenbergii*, *Gegenbauri* und *rarum* ist diese Cuticularschicht ziemlich straff und consistent, während sie bei dem gemeinen *D. Mülleri*, wie das schon von Krohn bemerkt wurde, weich und ausserordentlich klebrig erscheint. Diese Eigenschaft der Cuticularschicht von *D. Mülleri* ist die Ursache, dass die Geschlechtsthiere dieser Art immer von einer grossen Menge fremder Körper, die an der Cuticula ankleben, beschmutzt im Meere sich vorfinden. Im Zusammenhange mit dieser Eigenschaft der Cuticula von *D. Mülleri* steht, wie es scheint, die Fähigkeit, die Cuticularschicht von Zeit zu Zeit zu erneuern.

Mehrere Male traf ich im Auftriebe Exemplare von *D. Mülleri*, deren vordere Körperhälfte von der beschmutzten Cuticularschicht entblösst war und darum krystallrein erschien. Trotzdem diese Thiere lebensfrisch zu sein schienen, so glaubte ich doch anfangs abnorme, gemarterte Individuen vor Augen zu haben, bis ich Gelegenheit erhielt, das Abwerfen der alten Cuticula unter dem Mikroskope näher zu studiren. Es erwies sich, dass dieses Abwerfen eine vollkommen normale Erscheinung ist, und dass unter der abgeworfenen beschmutzten Cuticula eine sehr dünne, neue immer schon ausgeschieden war.

Dieses Abstreifen des Mantels bei *D. Mülleri* steht unter den Tunicaten nicht ganz vereinzelt da. Wir wissen, dass bei den Appendicularien das Sekret des äusseren Epithels — das sogenannte »Häuschen«, das der Cuticularschicht von *Doliolum* und dem »äusseren Mantel« anderer Tunicaten ohne Zweifel homolog ist — zu gewissen Zeiten am Körper des Thieres ganz lose haftet und vom Thiere, das ein neues »Häuschen« ausscheidet, abgeworfen wird. Ein solches Erneuern des »äusseren Mantels« kann natürlich nur da geschehen, wo er, wie bei *Doliolum* und *Appendicularia*, keine vom Epithel eingewanderte Zellen enthält. In den Fällen, wo der äussere Mantel, wie bei den meisten Tunicaten, nicht ein lebensunfähiges Product der Secretion, sondern ein lebendiger, integrirender Theil des Körpers ist, kann eine solche Häutung nicht Platz haben. In diesen Fällen wird der äussere Mantel, wie bei allen lebendigen, wachsenden Geweben, an der Aussenfläche abgenutzt, während er von der Seite des unter ihm liegenden Epithels nachwächst.

Die Cuticularschicht von *Doliolum* enthält keine Cellulose. Von der Abwesenheit dieses Stoffes im Mantel von *Doliolum* kann ich sicher sprechen, da alle von mir angestellten Versuche mit den zur Entdeckung der Cellulose üblichen Reactionen zu entschieden negativen Resultaten führten.

An den beiden Körperöffnungen — der Mund- und der Cloacalöffnung — verhalten sich die zwei die Hautdecke bildenden Schichten etwas verschieden.

Wie von O. Hertwig*) zuerst gezeigt wurde, biegt sich der äussere Mantel der Tunicaten durch die Oeffnungen des Thieres ins Innere des Körpers hinein und bedeckt eine Strecke weit das die inneren Höhlen des Thieres bekleidende Epithel. Bei *Doliolum* verhält sich der äussere Mantel ganz anders: er bedeckt nur das Epithel, das den *Doliolum*-Körper

*) L. c. p. 50. Taf. IV. Fig. 1 und 4.

von aussen bekleidet, und geht gar nicht ins Innere des Körpers hinein. An der vorderen (Mund-) Oeffnung ist die Haut von *Doliolum* bei allen bekannten Arten durch zwölf ziemlich tiefe Einschnitte in zwölf an der Spitze abgerundete Lappen getheilt. Diese Mundlappen, die sehr stark innervirt sind, können, wie das schon von Grobben gemerkt wurde, von dem Thiere nach innen zurückgeschlagen werden. An der hinteren (Cloacal-) Oeffnung endigt, wie das auch Grobben richtig beschreibt, das Hautepithel fast geradlinig, während die Cuticularschicht stark über das Epithel hinüberreicht und wieder bei allen *Doliolum*-Arten durch zehn tiefe Einschnitte in zehn stark zugespitzte Lappen getheilt ist.

Dadurch dass der äussere Mantel der Tunicaten eine Strecke weit in die inneren Körperhöhlen hineinragt, glaubt O. Hertwig die Erscheinung erklären zu können, dass die grobe Tunica externa, die zuweilen die Consistenz des Leders besitzt, an den zarten Geweben des Thierkörpers haftet. Die oben angeführte Eigenschaft von *Doliolum*, den äusseren Mantel, der in die inneren Körperhöhlen nicht übergeht, abzuwerfen, scheint zu Gunsten einer solchen Erklärung zu sprechen.

Sehr eigenthümlich ist das Vorhandensein der Cuticularlappen an der Cloakenöffnung bei *Doliolum*, Lappen, für deren Cuticula keine ausscheidende Zellenschicht vorhanden ist. Wie die Entwickelungsgeschichte zeigt, bilden sich diese Cuticularlappen ziemlich spät und fehlen bei jungen, eben ausgebildeten Thieren. Diese späte Ausbildung der Cuticularlappen der Cloacalöffnung beweist, wie mir scheint, dass sie von dem an der Cloacalöffnung liegenden Theile des Cloakenepithels ausgeschieden sind und nur später von der sie producirenden Zellschicht sich ablösen und nach aussen in Form von Lappen sich umstülpen.

Das Epithel der Cloacalhöhle gleicht fast vollkommen dem der äusseren Haut; der einzige Unterschied besteht in den etwas kleineren Dimensionen seiner Zellen, sowie in der vollkommenen Abwesenheit einer zu diesem Epithel gehörenden Cuticularschicht. Die Abwesenheit einer Cuticularschicht auf dem Epithel der Cloacal- und Pharyngealhöhlen bei *Doliolum* steht, wie bekannt, im Einklange mit dem, was bei anderen Tunicaten beobachtet wurde.

Verdauungsorgane.

Die Verdauungsorgane von *Doliolum* beginnen mit der geräumigen Pharyngealhöhle, in die von aussen die Mundöffnung führt; die hintere Wand der Pharyngealhöhle ist in Vereinigung mit der hinteren Wand der Cloacalhöhle zur Kieme umgebildet; fast in der Mitte dieser Kiemenlamelle liegt eine Oeffnung, die in den Oesophagus, Magen und Darm führt; der Darm mündet vermittelst der Afteröffnung in die Cloacalhöhle.

Die Pharyngealhöhle hat die Bestimmung, die durch die Mundöffnung eingetretene Nahrung zur Aufnahme in den Verdauungscanal vorzubereiten und sie in die Oesophagealöffnung einzuführen. Zu diesem Zwecke dienen besondere Einrichtungen der Wände der Pharyngealhöhle, nämlich die Wimperbögen, die Schleimdrüse oder der sogenannte Endostyl, und die Mundrinne.

Die eben genannten Gebilde wurden schon mehrmals bei *Doliolum* eingehend beschrieben, weshalb ich über ihre Lage hier nur möglichst kurz berichten will. Der Endostyl fällt schon beim lebenden Thiere sofort in die Augen als ein starker, wurstförmiger, etwas nach unten gebogener, stark lichtbrechender Körper, der an beiden Enden abgerundet und etwas aufgetrieben ist und an der Bauchfläche der Pharyngealhöhle, parallel der Längsachse des Thieres seine Lage hat; vom vorderen Ende des Endostyls gehen nach beiden Seiten aufwärts zwei stark flimmernde Bögen, die längs der Mundränder bis auf die Dorsalseite der Pharyngealhöhle verlaufen und hier spiralig gewunden sind. Längs des ganzen Endostyles ist auch eine starke Flimmerung am lebendigen Thiere zu unterscheiden. Diese Flimmerung wird von den »Wimperstreifen« producirt, deren einer an jeder Seite der Endostylrinne hinläuft. Diese Wimperstreifen gehen an dem vorderen Endostylende in die zwei oben erwähnten Wimperbögen über, während sie an dem hinteren Endostylende zusammenschmelzen und die sogenannte »Mundrinne« bilden, die zu der Oesophagealöffnung führt. Diese Mundrinne verläuft zur linken Seite der Oesophagealöffnung, wendet sich dann nach rechts, umläuft fast vollständig den ganzen Oesophagealeingang und tritt, an dessen unterer (Bauch-) Seite angelangt, ins Innere des Oesophagus und des Magens, den sie bis zum Darme durchläuft.

Solche, bei allen *Doliolum*-Arten vorkommende Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme wurden, wie gesagt, von mehreren älteren Forschern wie Huxley, Keferstein und Ehlers, Gegenbaur u. A. beobachtet und mehr oder weniger eingehend beschrieben und abgebildet. Allen diesen Beobachtern, sowie auch denjenigen, die dieselben Bildungen in der Pharyngeal- oder Kiemenhöhle anderer Tunicaten untersuchten, blieb die Function dieser Gebilde ganz unklar. Dem am meisten in die Augen fallenden Endostyle schrieb man besonders allerlei Functionen zu: Einer sah in ihm ein Gefäss, ein Zweiter eine Drüse, während Andere wieder ihn als Sinnesorgan anzusehen geneigt waren. Die wirkliche Function des Endostyls der Tunicaten, sowie der mit ihm im Zusammenhange stehenden Wimperstreifen der Pharyngealhöhle wurde erst in neuester Zeit von Fol entdeckt*), der eine Reihe Fütterungsversuche an verschiedenen Tunicaten anstellte und zu dem Schlusse kam, dass alle Einrichtungen der Pharyngeal- (Kiemen-) höhle der Tunicaten zum Zwecke des Einführens der Nahrung in den Oesophagus und Magen dienen und dass der Endostyl eine schleimige Masse secernirt, die die Nahrung vor ihrem Eintreten in den Verdauungstractus umhüllt. Dieser Anschauungsweise von Fol, mit der auch die späteren Forscher einverstanden sind, muss ich vollkommen beipflichten, da die von mir angestellten Fütterungsversuche von *Doliolum* zu denselben Resultaten wie die von Fol führten.

Ich gehe jetzt zur Schilderung des feineren Baues der Pharyngealhöhle von *Doliolum* über. Die Wand der Pharyngealhöhle besteht aus einem Epithel, das vollkommen dem Epithel der äusseren Haut gleicht. Die einzige Differenz besteht in den etwas kleineren Dimensionen der Zellen des Pharyngealhöhlenepithels und in der Abwesenheit einer wahr-

*) W. Fol, Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunicaten. Morphol. Jahrbuch I. 1876.

nehmbaren Cuticula auf seiner Oberfläche. Von den ringförmigen Kernen, die nach Grobben in den Zellen dieses Epithels vorkommen sollen, konnte ich keine bemerken. In allen von mir untersuchten Zellen war der Kern zuweilen vollkommen rund, grösstentheils aber länglich oval und sehr oft bogenförmig gekrümmt.

Die Wimperbögen bestehen, wie das schon Grobben beschreibt, aus länglichen, stäbchenförmigen Zellen, die meistens in dem Bogen zu vieren nebeneinander gelagert sind und von denen jede einen stäbchenförmigen Kern besitzt.*) Auf der in die Pharyngealhöhle ragenden Seite der Zelle sind viele kleine Flimmerhaare unterscheidbar. Ebensolche verlängerte Zellen finden sich an der Mundrinne.

Ueber die feinere Structur des Endostyls von *Doliolum* besitzen wir die Angaben von Fol**) und Grobben.***) Trotzdem beide genannte Forscher den Endostyl auf Querschnitten untersuchten, weichen die von ihnen erzielten Resultate nicht unbeträchtlich von einander ab; das was ich an Querschnitten des Endostyles gefunden habe, weicht auch in Manchem von den Angaben der beiden genannten Forscher ab.

Von Fol wird die Schleimdrüse (Endostyl) einer neuen, von ihm nicht näher characterisirten *Doliolum*-Art beschrieben und abgebildet. Die Schleimdrüse besteht nach dieser Beschreibung aus zwei zu jeder Seite der Rinne liegenden Drüsenwülsten, von denen der obere (innerer Drüsenwulst nach Fol) aus drei, der untere (äusserer Drüsenwulst nach Fol) aus neun grossen Zellen besteht. Zwischen diesen, zu jeder Seite der Rinne liegenden zwei Drüsenwülsten liegt eine kleine Zwischenwulst, die aus einem Haufen schwer unterscheidbarer Zellen zu bestehen scheint. Zwischen den in der Tiefe der Rinne liegenden äusseren Drüsenwülsten sah Fol, ähnlich dem, was in den Endostylen anderer Tunicaten beobachtet war, lange Cilien; die diese Cilien tragenden Zellen konnte Fol an Querschnitten nicht mit Sicherheit unterscheiden. Am Rande der Endostylrinne (am inneren Zwischenstreifen nach der Terminologie von Fol) sollen an beiden Seiten Cilien vorhanden sein, die die Wimperstreifen (Bauchrinne) bilden. In den Zellen der Drüsenwülste sollen nach Fol die Kerne an den inneren schmäleren Enden gelagert sein.

Etwas anders lauten die Angaben von Grobben. Nach seiner Beschreibung und Abbildung des Querschnittes der Schleimdrüse des mit Geschlechtsorganen versehenen *D. Ehrenbergii* sollen sich im oberen Drüsenwulste (im inneren Drüsenwulste nach Fol) sechs nicht von einander abgegrenzte Zellen finden, während der untere aus acht Zellen besteht. Die Kerne dieser Zellen liegen nach Grobben an den breiten äusseren Enden jeder Zelle. Die Zwischenstreifen, die nach den Angaben von Fol nicht die ganze Dicke der Endostylwand einnehmen, beschreibt Grobben als bis an die äussere Wand der Endostylrinne reichend und als aus drei, sich sehr intensiv mit Carmin färbenden Zellen bestehend. Die Höhle der Endostylrinne soll nach

*) Bei *Doliolum* fand ich niemals die Wimperbögen, wie das Fol (l. c. p. 234) beschreibt, aus einer nach unten offenen Halbrinne bestehend.

**) L. c. p. 232. Taf. VII. Fig. 7.

***) L. c. p. 14—15. Taf. V. Fig. 33.

Grobben mit einer Cuticula bekleidet sein, durch welche kräftige kurze Wimpern hindurchtreten. Den Grund der Endostylrinne kleidet (im Querschnitte) eine Gruppe von vier Zellen aus, von denen die zwei grösseren tiefer liegen und die anderen beiden höher stehenden sehr schmal und klein sind. Diese Zellen tragen kräftige, lange Wimperhaare, welche mit ihren Enden bis an die Mündung der Endostylrinne in die Pharyngealhöhle reichen.

Meine Beobachtungen erlauben mir, wie gesagt, nicht, den beiden eben angeführten Beschreibungen beizustimmen. Die oberen Drüsenwülste bestehen bei den von mir untersuchten *Doliolum*-Arten (Taf. 6, Fig. 6 u. 7) weder aus drei (Fol), noch aus sechs Zellen (Grobben), sondern immer nur aus zwei sehr scharf contourirten Zellen. Auch im unteren Drüsenwulste sind die beständig in der Neunzahl vorhandenen Zellen immer scharf voneinander geschieden. Die Zwischenstreifen endlich bestehen aus einer die ganze Wand des Endostyls einnehmenden, grobkörnigen, sich sehr intensiv färbenden Masse, in der es mir weder Kerne noch Zellengrenzen zu unterscheiden gelang. In den Zellen der Drüsenwülste liegen die Kerne wie bei anderen Tunicaten, was Grobben richtig angiebt, an ihren breiten Aussenenden. Im Grunde der Endostylrinne finden sich (auf dem Querschnitte) mehr als vier Zellen: an feinen Schnitten konnte ich zwei lange spindelförmige Zellen unterscheiden, die die langen Cilien tragen, und ausserdem noch vier kleinere Zellen, die an den Seiten dieser langen Zellen liegen und cilienlos zu sein scheinen. Die Innenfläche der Endostylrinne ist auf allen meinen Präparaten cuticularlos und wimperfrei.

Die Beschaffenheit der die Drüsenwülste bildenden Zellen ist ähnlich der, welche von Fol für die Drüsenwulstzellen der anderen Tunicaten nachgewiesen ist. Die Zellen (mit Picrinschwefel- oder Chromsäure gehärtet und mit Boraxcarmin gefärbt; auch mit Ueberosmiumsäure behandelt und dann mit Picrocarmin tingirt) bestehen (Taf. 6, Fig. 8) aus sehr grobkörnigem Protoplasma, in welchem an ihrem verbreiterten Ende ein grosser Kern mit Kernkörperchen liegt. Das Plasma hat aber nicht in der ganzen Zelle die gleiche Beschaffenheit: in dem breiten äusseren Ende der Zelle unterscheidet man ausser dem grobkörnigen Plasma viele dunklere, mehr oder weniger dicke, stäbchenförmige Gebilde, die alle parallel der Längsachse der Zelle gelagert sind. Unweit vom dünnen Ende der Zelle findet sich ausserdem ein kleiner Raum, der mit sehr feinkörniger Substanz gefüllt ist, die fast die ganze Breite der Zelle einnimmt. Diese feinkörnige Substanz tingirt sich im Gegensatze zu den übrigen Theilen der Zelle nur äusserst schwer und wenig mit Carmin und anderen Färbemitteln. Diese gleich in die Augen fallenden Theile der betreffenden Zellen, die wahrscheinlich von Fol für Kerne der Zellen gehalten wurden, finden sich, wie bekannt, auch in den Zellen der Drüsenwülste anderer Tunicaten.

An den Rändern der Endostylrinne (an den inneren Zwischenstreifen nach der Terminologie von Fol) konnte ich, ebenso wie Grobben, auf Querschnitten Cilien nicht auffinden. An lebenden Thieren gelang es mir aber, mich von der Anwesenheit der Wimpern an dieser Stelle mit voller Sicherheit zu überzeugen.

Nach aussen von allen besprochenen Zellen, aus denen der Endostyl zusammengesetzt

ist, unterscheidet man an Querschnitten eine dünne Membran, die, nach der Figur*) zu urtheilen, vielleicht auch von Fol gesehen wurde. Diese Membran halte ich für eine Bindegewebshülle, die durch unregelmässige Ausläufer mit dem Bindegewebe der Körperhöhle im Zusammenhange steht.

Die in die Pharyngealhöhle durch die Mundöffnung eingetretene Nahrung wird, nachdem sie mit dem von der Schleimdrüse (Endostyl) secernirten Schleime umhüllt ist, vermittelst der Flimmerstreifen in den Schlund übergeführt. Ueber den Modus dieser Ueberführung habe ich nichts Wesentliches zu der ausführlichen von Fol gegebenen Schilderung beizufügen. In einen Schleimballen eingehüllt, gelangt die Nahrung vermittelst der Cilienbewegung in die Oesophagealöffnung, von wo sie durch den einer Musculatur entbehrenden Darmcanal weiter hindurchgetrieben wird.

Der Darmcanal ist, wie schon früher erwähnt wurde, bei verschiedenen *Doliolum*-Arten etwas verschieden gebaut. Bei dem gemeinen *D. Mülleri* ist er, wie aus der Fig. 11 der Taf. 7 zu sehen ist, stark schlingenförmig gebogen, so dass der Enddarm ganz neben das Ende des Oesophagus und den Magen zu liegen kommt. Bei *D. Ehrenbergii* und *rarum* ist der Darmcanal mehr oder weniger in die Länge gezogen, so dass die Afteröffnung unweit der Cloakenöffnung in die Cloakenhöhle einmündet. Bei *D. Gegenbauri* endlich macht der Darm vor seiner Mündung in die Cloacalhöhle eine Schlinge, so dass der ganze Darmcanal kurz und zusammengeballt erscheint (Taf. 7, Fig. 5).

Der Darmcanal besteht aus dem mehr oder weniger langen Oesophagus, aus einem stark erweiterten, kastenförmigen Magen und einem mehr oder weniger langen Darm. Von der Dorsalseite des vorderen Endes des Darmes nimmt ein Gebilde seinen Ursprung, das in Form eines dünnen Canales nach hinten läuft und auf dem Hinterende des Darmes sich mannigfaltig verzweigt. Dieses Gebilde findet sich, wie bekannt, auch bei anderen Tunicaten. Trotzdem es von den meisten Forschern für ein drüsiges Organ gehalten und unter dem Namen »Anhangsdrüse« erwähnt wird, so glaube ich wegen der noch viel zu geringen Kenntniss seines Baues besser zu thun, es einstweilen mit dem nichts über die Function aussagenden Namen »röhrenförmiges Organ« zu bezeichnen.

Der ganze Darmtractus besteht aus einer dünnen Membran, auf deren Innenseite das Epithel des Organes seine Lage hat. Von Muskeln findet sich im ganzen Darmcanale keine Spur. Die den Darmcanal von aussen bekleidende Membran, die auch Keferstein-Ehlers und Grobben unter dem Namen Tunica propria anführen, ist nichts Anderes als eine Bindegewebshülle, die den Darmtractus ähnlich wie alle übrigen Organe, die in der Körperhöhle liegen, bekleidet.

Was die die Wände des Darmcanals auskleidenden Zellen betrifft, so sind die Epithelzellen des Oesophagus ziemlich hohe, kernhaltige Zellen, an denen ich die von Keferstein

*) L. c. Taf. 7. Fig. 7. In dieser Figur ist fälschlich unter dem Endostyl eine mächtige Schicht Bindegewebszellen (*m*) angegeben, die vom Ectoderm (*ec*) von aussen überkleidet sein soll.

und Ehlers angegebenen Cilien niemals zu beobachten im stande war. Am lebenden *Doliolum*, sowie an Querschnitten, die durch den Oesophagus geführt sind, waren Cilien nur in dem Wimperbande zu sehen, das eine unmittelbare Fortsetzung der sogenannten Mundrinne ist und das den ganzen Oesophagus seiner Länge nach bis in den Magen durchläuft. Die in diesem Wimperbande sich findenden wimpertragenden Zellen fand ich immer etwas niedriger als die übrigen Zellen des Oesophagus, welchen sie in allem übrigen ähnlich sind.

Wie schon von Grobben gezeigt wurde, ist der Querschnitt des Magens von *Doliolum* dreieckig; die kürzere Dorsalseite des Dreieckes ist die Fortsetzung des in den Magen eingetretenen Wimperbandes des Oesophagus. Die Cilien des Wimperbandes im Magen sind viel mächtiger als die des Wimperbandes im Oesophagus; besonders stark entwickelt schienen mir die Cilien, die an der Mündung des Oesophagus in den Magen gelegen sind. Die übrigen Zellen des Magens sind sehr grosse, mit grossen Kernen versehene cubische Zellen, die sämmtlich stark in das Magenlumen hineinragen. Von der Anwesenheit einer Cuticula, die nach Grobben die Innenfläche des Magens bekleiden soll, konnte ich mich an den Präparaten nicht überzeugen.

Der Darm ist mit sehr kleinen Zellen bekleidet, die, wie schon Keferstein und Ehlers erwähnen, sämmtlich mit Flimmerhaaren versehen sind. An drei Stellen werden diese kleinen Zellen von grösseren ersetzt. Diese viel grösseren Zellen bilden, wie schon von Keferstein und Ehlers und neuerlich von Grobben beschrieben ist, drei Ringe, die zur Verengung des Darmlumens dienen und nach Grobben's Meinung eine Klappeneinrichtung ersetzen.

Das röhrenförmige Organ ist, wie oben bereits erwähnt wurde, auf der Oberfläche des Endtheils des Darmes verzweigt; die grosse Zahl der feinen Verzweigungen des Organes, die den Darm umspinnen, vereinigen sich auf jeder Seite des Darmes in einen kurzen, dickeren Stamm; diese zwei kurzen Stämme fliessen bald zusammen und bilden den langen Ausführungsgang des Organes, der in den vorderen Theil des Darmes, an seiner Dorsalseite, gleich unter dem Magen einmündet.

Der ganze Apparat erscheint beim lebendigen Thiere stark lichtbrechend und vollkommen structurlos. Wendet man aber stärkere Vergrösserungen an und beobachtet das Thier längere Zeit bei guter Beleuchtung, so kommen Momente vor, wo man deutlich eine Cilienbewegung im Lumen des Organes sieht; die schlängelnde Bewegung der ziemlich langen und sparsamen Cilien ist eine sehr langsame. An tingirten Präparaten ist es nicht schwer, sich davon zu überzeugen, dass die Wände der Drüse aus äusserst abgeflachten Zellen bestehen.

Ungeachtet aller meiner Bemühungen gelang es mir nicht, irgend welche Verschiedenheiten im Bau der kleineren Verzweigungen des Organes und des Ausführungsganges aufzufinden, so dass das röhrenförmige Organ von *Doliolum* anders gebaut zu sein scheint als bei andern Tunicaten. Nach den Beobachtungen von Chandelon*) enden bei *Perophora* die

*) Th. Chandelon, Recherches sur une annexe du tube digestif des Tuniciers, in: Bulletins de l'Acad. Roy. de Belgique. 44me Année. 2e Sér. T. XXXIX. 1875. p. 911—949 avec deux planches.

Verzweigungen des Organes in Ampullen, die ganz anders gebaut sind, als die übrigen Theile desselben.

Die dünnen Verzweigungen des Organes, die den Darm umspinnen, variiren bei *Doliolum* ausserordentlich stark an Zahl, sowie an Grösse. Man findet oft *Doliolum*-Exemplare, bei denen der ganze Enddarm von diesen Endzweigen, die sehr oft varicös erscheinen, umsponnen ist; man trifft aber auch gelegentlich vollkommen lebenskräftige Doliolen, bei denen alle Verzweigungen des Organes wie zusammengeschmolzen sind und zu jeder Seite des Enddarmes, anstatt dieser Verzweigungen, eine einzige grosse kissenförmige Ampulle zu beobachten ist (Taf. 9, Fig. 13); durchmustert man eine grosse Zahl von Doliolen, so findet man bald auch verschiedene Uebergänge zwischen diesen beiden Extremen. Dieses Verschwinden der Endzweige des Organes kann ich mir nur damit erklären, dass sie nur zu gewisser Zeit sich mit der wasserklaren Flüssigkeit, die im Organe anzutreffen ist, erfüllen und nur dann bemerkbar werden, während sie im leeren Zustande dem Beobachter entgehen.

Was die Function dieses Organes betrifft*), so ist es ausserordentlich schwer, mit irgend welcher Bestimmtheit über diesen Punkt sich auszusprechen. Das in Rede stehende Organ verdient, nach seinem Bau zu urtheilen, schwerlich den Namen einer Drüse.

Kieme.

Durch Verschmelzung der hinteren Wände der Pharyngeal- und Cloacalhöhlen entsteht eine Lamelle, die die innere Höhle des *Doliolum*-Körpers in zwei theilt. Ehe ich zur Schilderung der feineren Structur dieser Lamelle übergehe, will ich ihr Verhalten zu anderen Organen bei den verschiedenen *Doliolum*-Arten erwähnen.

Wie schon früher gesagt, ist die Kiemenlamelle bei den verschiedenen *Doliolum*-Arten sehr verschieden gebaut. Am einfachsten ist sie bei *D. Mülleri* Kr. Bei dieser Art ist die Kieme eine einfache Lamelle, die im hinteren Körpertheile des Thieres von seiner Rückenseite abgeht und schräg nach unten und vorn verläuft. Eine ähnliche Stellung der Kiemenhaut hat auch die Art, welche Keferstein und Ehlers fälschlich unter dem Namen *D. Mülleri* Kr. aufführen und für die Grobben den Namen *D. rarum* vorgeschlagen hat.

Bei den übrigen *Doliolum*-Arten (*D. Ehrenbergii* und *D. Gegenbauri*) ist die Stellung der Kiemenlamelle im Körper eine ganz andere. Bei den genannten Arten verläuft die Kieme durch den Körper nicht in Form einer einfachen Scheidewand, sondern hat die Form eines stark nach hinten aufgeblähten Segels, dessen Ränder im Vordertheile der Pharyngealhöhle angeheftet sind. In Folge einer solchen Lage der Kiemenlamelle ist die Cloacalhöhle bei den genannten Arten viel geräumiger als bei den ersterwähnten, während die Pharyngealhöhle viel kleiner ist. Die Cloacalhöhle behält bei diesen Arten ausserdem nicht ihre einfache Form

*) Die sogenannte Anhangsdrüse des Darmes der Tunicaten wurde von verschiedenen Forschern bald für einen Muskel, bald für ein Blutgefäss, bald auch für eine Niere oder Leber gehalten. (Siehe Chandelon l. c.)

mit flachem Boden; letzterer ist in das Innere der Cloacalhöhle eingebuchtet, in Folge dessen die Cloacalhöhle in den Besitz von vier ziemlich stark entwickelten Verlängerungen kommt, die an den Seiten der hinteren Theile der Pharyngeal- oder Kiemenhöhle ihre Lage haben. Diese vier Einbuchtungen der Cloakenhöhle dieser *Doliolum*-Arten sind dem Perithoracalraum der anderen Tunicaten auf den ersten Blick nicht unähnlich; die Entwickelungsgeschichte zeigt aber, dass sie morphologisch nicht für solche gehalten werden können. Die Cloacalhöhle von *Doliolum* wird in toto aus einer Ectodermeinstülpung gebildet, während das Entoderm an ihrer Bildung gar keinen Antheil nimmt.

Die so gebildete Kiemenlamelle ist, ausser von der Oesophagealöffnung, noch von einer Anzahl paarig angeordneter Kiemenlöcher durchbohrt. Die Zahl dieser Kiemenlöcher, welche bei der speciellen Beschreibung der Arten angegeben werden wird, ist am geringsten bei den Arten mit gerade verlaufender Kiemenlamelle, und am grössten bei den Arten mit gebogener Lamelle. Die Zahl der Kiemenlöcher ist nicht constant; bei den Arten mit vielen Kiemenlöchern variirt die Zahl dieser Löcher mehr als bei den Arten mit einer geringen Zahl von Spalten.

Was die feinere Structur der Kieme betrifft, so besteht die Kiemenlamelle aus demselben flachen Epithel, aus welchem die Wände der Pharyngeal- und Cloacalhöhlen bestehen. Dieses Epithel ist, wie das ganz richtig von Grobben beschrieben wurde, nur an den Rändern der Kiemenspalten stark umgebildet. Die Ränder dieser Spalten bestehen aus stark verlängerten Zellen mit stäbchenförmigem Kerne, die am Rande der Spalte zu sechs aneinander gepresst und an ihrer freien Oberfläche mit Cilien bekleidet sind (Taf. 5, Fig. 11 und 12). Diese Anordnung der Zellen giebt dem Rande einen welligen Umriss, der an conservirten und auch an lebenden Thieren leicht zu beobachten ist. Eine Cuticula, die die Zellen des Randes der Kiemenspalte nach Grobben bekleiden soll, konnte ich nicht unterscheiden, glaube auch, dass eine solche in Wirklichkeit nicht existirt.

In den Ecken der Kiemenspalten finden sich Anhäufungen von wenig differenzirten Zellen, die Grobben wohl mit Recht als Material zur Bildung der im Wachsen begriffenen Kiemenspalten betrachtet.

Körperhöhle. Kreislaufsorgane.

Der Raum zwischen der äusseren Hautdecke von *Doliolum* und den Wänden der Pharyngeal- und Cloacalhöhlen ist der eigentliche Blutraum, in welchem die meisten Organe des Thieres ihre Lage haben. In diesem Raume liegen das Herz, das Nervensystem, die Muskeln, der Verdauungstractus und die Geschlechtsorgane.

Unter dem Epithel der äusseren Haut, sowie unter dem Epithel der Pharyngeal- und Cloacalhöhlen ist beim Geschlechtsthiere eine äusserst feine Schicht durchsichtiger, structurloser Gewebe zu unterscheiden, in der vereinzelte kleine, mit Ausläufern versehene Zellen ein-

gelagert sind. Diese Bindegewebsschicht an lebenden Doliolen zu unterscheiden ist fast unmöglich, an gehärteten und gefärbten Exemplaren gelingt es aber manchmal, von der Existenz dieser Schicht sich zu überzeugen; Doliolen der anderen Generation, der ungeschlechtlichen nämlich, sind für das Studium dieser Bindegewebsschicht viel günstiger, denn bei ihnen erreicht, wie das weiter unten eingehender geschildert werden wird, diese Schicht an manchen Körperstellen zuweilen eine ziemlich mächtige Entwickelung.

Diese Bindegewebsschicht ist auch beim Geschlechtsthier nicht an allen Körperstellen von derselben Dicke. Am dicksten ist sie an den Rändern der Körperöffnungen; hier erfüllt sie fast vollkommen den ganzen Raum zwischen den beiden Epithelschichten. Von dieser Bindegewebsschicht sind alle im Blutraume liegenden Organe umhüllt; von ihr gehen auch mehr oder weniger zahlreiche zarte Fäden aus, die den Blutraum durchstreifen (Taf. 7, Fig. 16). Diese Bindegewebsfäden wurden schon von Keferstein und Ehlers (l. c. p. 55) und neuerlich von Grobben (l. c. p. 8. Taf. 5, Fig. 31) als cuticulare Connectivfasern beschrieben.

Wenn wir diese Verhältnisse mit denen, welche für andere Tunicaten nachgewiesen sind, vergleichen, so finden wir eine fast vollkommene Uebereinstimmung. Wir sehen, dass die sogenannte »Tunica interna«*) von *Doliolum* ihrem Bau nach der »Tunica interna« z. B. von *Salpa***) ausserordentlich gleicht. Die ganze Differenz besteht nur in der Mächtigkeit der eben erwähnten Bindegewebsschicht, die bei den Salpen den ganzen Raum zwischen den beiden Epithelschichten ausfüllt, die Muskeln in sich eingebettet enthält und vom Blute in einem engen Canalsystem durchströmt wird; bei *Doliolum* ist dagegen das Bindegewebe nur sehr wenig entwickelt, und in dem von ihm freigebliebenen, mit Blut erfüllten Raume liegen die zu Muskelreifen gruppirten Muskeln.

Das Herz von *Doliolum* liegt hinter dem Endostyl und vor dem Magen, etwas schief gegen die Längsachse des Thieres und mit seinem Vorderende nach unten und mit dem Hinterende nach oben gerichtet. Trotzdem über seine Structur Berichte von Keferstein und Ehlers und Grobben vorliegen, bleibt noch vieles in seinem Bau bis jetzt unaufgeklärt. Ehe ich eine Schilderung der von mir gewonnenen Resultate gebe, will ich die Angaben der genannten Autoren einer Analyse unterwerfen.

Keferstein und Ehlers waren die ersten, die das Vorhandensein eines Pericardium bei *Doliolum* constatirten. Sie beschreiben das Pericardium als einen langovalen Beutel, der aus einer dünnen, durchsichtigen Membran mit eingelagerten Kernen besteht und an seinen beiden Enden geöffnet ist. Das Herz ahmt die Gestalt des Herzbeutels nach und ist mit seiner ganzen Rückenfläche an diesen breit angewachsen: es besteht aus einer dünnen Haut mit einer grossen Zahl ringförmiger Muskelfasern, von denen jede aus einer Zelle entstanden zu sein scheint, da sich gerade an der Bauchseite in jeder ein grosser Kern befindet.

*) Unter der Bezeichnung »Tunica interna« werden die zwei zelligen Wände, die den Blutraum umgrenzen, sammt diesem Raume vereinigt.

**) Vergl. Osc. Hertwig l. c. Jenaische Zeitschr. VII. Taf. IV. Fig. 1.

Anders lauten die Angaben Grobben's. Nach diesem Autor besteht das fast cylindrische, gegen die Enden hin sich etwas verschmälernde Pericardium aus einem sehr platten Epithel; am Mittelfelde der kürzeren Dorsalseite des Pericardiums sind die Zellen ansehnlich höher. Hier findet sich ein Pflasterepithel, aus polygonalen Zellen bestehend, welche ein wenig kuppelförmig gegen das Pericardium vorragen. Der Pericardialsinus ist vollständig geschlossen.

Das Herz wiederholt in seiner Form den Pericardialsinus. Seine obere Wand ist verkürzt und besteht aus einer dünnen Membran, in der man nur selten einen Kern findet, und liegt dem dorsalen Mittelfelde des Pericardialsinus an, ohne jedoch mit demselben vollkommen verwachsen zu sein. Zwischen beiden genannten Wänden besteht ein sehr platter Raum. Die Verwachsung beider Membranen beschränkt sich auf den Rand des von Grobben als »Mittelfeld« bezeichneten mittleren Theiles der dorsalen Pericardialwand, über welchen hinaus beide Membranen noch eine kurze Strecke weit aneinander gelöthet sein müssen. Durch diese ringförmige Verwachsung der dorsalen Herzwand mit dem Pericardium wird der Pericardialsinus in zwei Räume getrennt, von denen der dorsale sehr schmal und eng ist, während der ventrale eine bedeutende Ausdehnung besitzt.

Die Ventralwand des Herzens, welche die Dorsalwand an Länge um Vieles übertrifft, besteht nach Grobben aus einzelligen Muskelfasern, die quer in einer Reihe durch eine dünne, einem Sarcolemma entsprechende Membran verbunden sind. Die Muskelfasern nehmen gegen die beiden schmäleren Enden des Herzens an Länge ab und stehen hier mit der Pericardialwand im Zusammenhange. Es bleiben somit zwei Ostien übrig, durch welche das Lumen des Herzens mit der Leibeshöhle in Verbindung steht. Klappen fehlen an den Ostien.

Dieser ausführlichen Beschreibung, die Grobben vom Herzen und Pericardium von *Doliolum* giebt, kann ich nur theilweise beipflichten. Besonders stimmen die von mir gewonnenen Resultate über das sogenannte »Mittelfeld« (Grobben) des Pericardiums wenig mit denen des genannten Forschers überein.

Das Pericardium (Taf. 8, Fig. 6. Taf. 5, Fig. 8) ist, wie das schon Keferstein und Ehlers beschrieben, ein länglich ovaler Sack, der an seinen beiden Enden mit Oeffnungen versehen ist. Da diese Oeffnungen, wie von Grobben zuerst gezeigt wurde, etwas näher der Dorsalseite des Pericardiums gelegen sind, so ist diese Seite des Pericardialsackes etwas kürzer als seine Ventralseite. Die Pericardialwand besteht aus sehr flachen Zellen, deren Kerne klein sind und in die Pericardialhöhle etwas hineinragen. Die Dorsalseite des Pericardiums ist nicht, wie Grobben beschreibt, aus einem höheren Pflasterepithel (das sog. »Mittelfeld« von Grobben) zusammengesetzt, sondern besteht aus denselben sehr abgeflachten Zellen, aus denen die Ventralwand besteht.

Das Herz ist gleich dem Pericardium ein länglich ovaler Schlauch, der an seinen beiden Enden nach aussen geöffnet ist. Die Ränder dieser zwei Oeffnungen sind mit den Rändern der Pericardiumöffnungen zusammengewachsen, so dass die Pericardialhöhle von der Leibeshöhle vollkommen abgeschlossen ist. Ausser diesen zwei Verwachsungsstellen des Herzens mit dem Pericardium findet sich auch noch eine an der Rückenseite des Pericardiums. Um aber

die hier obwaltenden Verhältnisse dem Leser klar zu machen, ist es nothwendig, vorher eine Besprechung des Baues des Herzens vorauszuschicken.

Das Herz besteht, wie das schon Keferstein und Ehlers wussten, aus einer sehr dünnen und, wie es scheint, vollkommen structurlosen Membran, auf der perpendiculär zur Längsachse des Organes zahlreiche Muskelfasern gelagert sind. Diese Muskelfasern, die aus einer contractilen Rindenschicht und einem protoplasmatischen Centraltheile mit Kern bestehen, umgürten der Quere nach das Herz, bilden aber nicht geschlossene Ringe, da an der Rückenseite des Herzens zwischen ihren Enden ein freier Raum bleibt, der nur aus dem durchsichtigen structurlosen Häutchen des Herzens besteht. Durch diesen der Muskelfasern entbehrenden dorsalen Theil der Herzwand ist das Herz mit dem Pericardium zusammengewachsen. Ob die Verwachsungsstelle den ganzen dorsalen Theil der Herzwand einnimmt, konnte ich mit Gewissheit nicht ermitteln.

An gefärbten, sowie an lebenden Doliolen ist es leicht, sich von dem Vorhandensein einer zelligen Platte (des sog. »Mittelfeldes« Grobben's) an dem Rücken des Herzens zu überzeugen (Taf. 5, Fig. 8). Nicht so leicht ist es aber, sich eine klare Vorstellung über das Verhalten dieses »Mittelfeldes« zu anderen Theilen des Herzens und zum Pericardium zu bilden. Wie oben schon gezeigt wurde, gehört dieses »Mittelfeld« nicht dem Pericardium an, wie das Grobben meint. Es liegt, wie man am besten an lebenden Thieren constatiren kann, im Innern des Herzschlauches, dicht an seiner Dorsalwand (Taf. 8, Fig. 6). Es schien mir einige Male, dass diese Zellenplatte mit dem dorsalen Theile des Herzens (dem Theile, welcher frei von Muskelfasern ist) durch einen Stiel verbunden ist. Ueber die morphologische, ebenso wie über die physiologische Bedeutung dieser Zellenplatte wage ich zur Zeit keine Vermuthung auszusprechen. — Die Angaben von Keferstein und Ehlers über den Verlauf der Herzcontractionen, sowie über den Wechsel der Contractionsrichtung kann ich vollkommen bestätigen.

Ehe ich zur Besprechung der Beschaffenheit des *Doliolum*-Blutes übergehe, will ich einige Worte dem von mir beobachteten Zusammenhange zwischen Herzschlag und Wimperbewegungen widmen. Es gelang mir öfters, an frisch gefangenen Doliolen den Herzschlag zu beobachten. An solchen Thieren fiel es mir auf, dass jedes Mal, wenn das Herz nach mehr oder weniger langem Arbeiten in einer Richtung, bevor es in entgegengesetzter Richtung zu arbeiten begann, eine Weile in Ruhe blieb, die starke Flimmerung an den Kiemenspalten sowie an den Wimperbögen auch aufhörte. Das Spiel der Flimmerhaare begann aber wieder mit früherer Lebhaftigkeit, sobald das Herz wieder in Function gerieth. Ich führe diese Beobachtung, die am lebendigen Thiere leicht zu controlliren ist, an, ohne irgend welche Erklärung zu wagen.

Das Blut von *Doliolum* ist eine vollkommen ungefärbte und durchsichtige Flüssigkeit, in der eine geringe Menge Blutkörperchen sich findet. Diese Blutkörperchen erscheinen als grosse Zellen, in denen nach Behandlung mit Essigsäure ein runder Kern sichtbar wird, und die beständig breite, fingerförmige Pseudopodien aussenden und vermittelst derselben sich ziemlich rasch fortbewegen (Taf. 5, Fig. 10).

Musculatur.

Wie schon seit Huxley und Krohn bekannt ist, ist der Körper der mit Geschlechtsorganen versehenen Doliolen von acht Muskelreifen umgürtet. Zwei von diesen Muskelreifen laufen an den Rändern der beiden Körperöffnungen, während die übrigen sechs voneinander durch gleich breite Intervalle getrennt sind. Die Muskelreifen werden von allen Autoren als vollkommen gleich gebildet beschrieben. Diese Angabe ist eine unrichtige, da der vorletzte Muskelreifen von den anderen ziemlich wesentlich abweicht. Dieser Muskelreifen läuft niemals ganz parallel den übrigen Muskelreifen, sondern ist immer an der Bauchseite des Thieres bei verschiedenen Arten mehr oder weniger nach hinten abgelenkt. An der Bauchseite des Thieres behält ausserdem dieser Muskelreifen niemals seine volle Breite, indem er hier nur durch einige wenige Muskelfasern vertreten ist. Diese Besonderheit im Bau des siebenten Muskelreifens erklärt sich durch die Entwickelungsgeschichte des mit Geschlechtsorganen versehenen *Doliolum*; im unausgewachsenen Zustande geht der grösste Theil des siebenten Muskelreifens in den Stiel der Knospe über. Nach Reduction des Stieles bleibt der grösste Theil des Muskelreifens an der Bauchseite des Thieres ungeschlossen. Ganz dieselben Verhältnisse finden sich, wie weiter unten gezeigt wird, bei den ungeschlechtlich bleibenden Doliolen (bei den Pflegethieren), die während ihres ganzen Lebens den Stiel behalten, auf dem die aufwachsenden Geschlechtsthiere aufgezüchtet werden.

Wie von Keferstein und Ehlers und neulich von Grobben gezeigt wurde, liegen die Muskelreifen frei in der Körperhöhle resp. dem Blutsinus. Jeder Muskelreifen ist von allen Seiten von einer besonderen Hülle bedeckt, in der ich vergebens nach irgend welchen geformten Elementen suchte. Diese anscheinend structurlose Hülle, die sich nur sehr wenig und langsam tingirt, geht in die oben bereits erwähnten Bindegewebsfasern über (Taf. 6, Fig. 16). Diese Hülle der Muskelreifen sehe ich als eine Bindegewebshülle an.

Die Muskelreifen sind immer, wie bekannt, aus nur einer Schicht von Muskelelementen zusammengesetzt. Die Muskelelemente sind sehr verlängerte Spindelzellen (Taf. 8, Fig. 7), die je einen verlängerten stäbchenförmigen Kern mit zwei oder drei Kernkörperchen enthalten. Rings um den Kern ist ein grösserer oder kleinerer Haufen von körnigem Protoplasma angehäuft, der die Achse der Zelle einnimmt; in diesem Plasma findet man nicht selten kleine, mit Carmin sich stark färbende Körner, die in der Längsachse der Zelle zu jeder Seite des Kernes in eine Reihe geordnet sind. Diese Körner im Plasma der Muskelzellen scheinen mir mit dem Alter des Thieres sich zu vermehren: bei jungen Doliolen (Taf. 1, Fig. 10) konnte ich sie niemals auffinden. Nach aussen von dem Zellenplasma mit den in ihm eingeschlossenen Kernen liegt die contractile Rindenschicht, die stark lichtbrechend ist und an der bei guter Beleuchtung schief verlaufende, sehr feine Striche sich unterscheiden lassen.*)

*) Querstreifung der Muskeln, wie sie Ussow in seinen Figuren abbildet (l. c. Taf. 7, Fig. 42 *A* u. *B*, 43, 44), habe ich niemals beobachtet.

Ueber die Innervation der Muskeln wird weiter unten bei Besprechung des Nervensystems Näheres mitgetheilt.

Nervensystem. Sinnesorgane.

In der Leibeshöhle von *Doliolum*, an dessen Rückenseite, vom Blute umspült, liegt im dritten Intermuscularraume das centrale Nervensystem — der Nervenknoten

Der Nervenknoten hat die Form einer etwas von oben nach unten abgeflachten Kugel, an deren Unterseite, etwas nach vorn geschoben, eine kleine knopfförmige oder warzenförmige Auftreibung sich unterscheiden lässt. Diese Auftreibung steht vermittelst eines dünnen Canales in Zusammenhang mit der Flimmergrube, die im zweiten Intermuscularraume sich in die Dorsalwand der Pharyngealhöhle öffnet (Taf. 7, Fig. 5; vergl. auch den Holzschnitt Fig. 1). Das Gehirn, sowie das an seiner Basis liegende Gebilde, welches mit der Flimmergrube in Zusammenhang steht, wurde zum erstenmale deutlich von Keferstein und Ehlers beschrieben, später wurden auch einige Beobachtungen über das Centralnervensystem von *Doliolum* von Ussow und Grobben mitgetheilt.

Das Ganglion mit dem an seiner Basis gelegenen warzenförmigen Aufsatze ist in eine feine, anscheinend structurlose Membran eingeschlossen, die mit Ausnahme von Ussow*) von allen Autoren übersehen wurde. Von dieser Bindegewebsmembran gehen zuweilen ganz ebenso, wie von der Bindegewebsmembran, von der die Muskelreifen umhüllt sind, zarte Fäden ab, die in das Bindegewebe der Körperhöhle übergehen. An dem Ganglion ist die umhüllende Membran sehr leicht nachzuweisen (Taf. 7, Fig. 2); sie scheint auch auf die aus dem Ganglion austretenden Nerven überzugehen.

Nach den Angaben von Keferstein und Ehlers besteht das Ganglion aus runden, kernhaltigen Zellen; Zellen an der Peripherie des Ganglions beobachteten auch Grobben und Ussow. An Schnitten, die durch den Nervenknoten geführt wurden, konnte ich mich überzeugen, dass die Zellen an der Peripherie des Ganglions in zwei, an einigen Punkten in drei Lagen geordnet sind und dass der ganze Centraltheil des Ganglions mit einer sich nur schwach färbenden, feinkörnigen »Punktmasse« ausgefüllt ist. In dieser »Punktmasse« konnte ich, wie mir schien, bei stärkeren Vergrösserungen an manchen Stellen eine sehr schwache Andeutung einer faserigen Structur erkennen. In der Vertheilung dieser vermuthlichen Fasern in der Punktmasse konnte ich keine Regelmässigkeit finden. An gefärbten und durch Nelkenöl durchsichtig gemachten Nervenknoten (Taf. 7, Fig. 2) konnte ich ganz sicher den Verlauf der Fasern im Nervenknoten verfolgen; an solchen Präparaten sieht man, dass die zwei zu jeder Seite aus dem Ganglion austretenden starken Nervenstämme (n_I n_{III}) miteinander im Innern des Ganglions verbunden sind, und dass zu den übrigen schwächeren Nerven (n n_{II}) von diesen starken

*) L. c. p. 24. Taf. 2. Fig. 9 *h*. — Nach Ussow soll diese Membran bei manchen Doliolen blau gefärbt sein, was mir niemals zu beobachten gelang.

Nervenfaserbündeln zarte Fasern abgehen. Es ist sehr möglich, dass die »Punktsubstanz«, die das Innere des Ganglions auf Querschnitten ausfüllt, nichts anderes ist als Querschnitte der durch das Ganglion durchziehenden Nervenfasern.

Ganz anders ist der an der Unterseite des Ganglions liegende warzenförmige Aufsatz gebaut. Dieser Gehirnzapfen, von dem kein einziger Nerv abgeht, besteht ausschliesslich aus Zellen, die den Ganglienzellen ziemlich ähnlich sind. An Querschnitten sieht man, dass dieser Zapfen vom Ganglion durch eine Furche scharf getrennt ist und dass im Innern des Zapfens, hart an der Ganglionwand, eine sehr kleine und unregelmässig begrenzte Höhle ist. Diese Höhle ist bei jungen Doliolen viel geräumiger, bei denen, wie das schon Keferstein und Ehlers wussten, dieser Zapfen viel stärker entwickelt ist und erst mit dem Wachsthume des Thieres allmählich reducirt wird.

Von dem so gebauten Ganglionzapfen geht, wie schon bemerkt, nach vorn eine ziemlich lange blasse Röhre ab, die zu der im zweiten Intermuscularraume liegenden Flimmergrube führt. Dieser ganze Apparat, der mit der Flimmergrube in Zusammenhang steht, wurde sammt der Flimmergrube von Keferstein und Ehlers bei jungen Thieren untersucht und mit dem Namen »Nase« belegt. Später wurde diese »Nase« von Ussow eingehend beschrieben und abgebildet.*) Ussow beschreibt den Gehirnzapfen als »Bulbus olfactorius«, während er den von ihm zur Flimmergrube gehenden blassen Canal als »Nervus olfactorius« bezeichnet. Nach den gegebenen Abbildungen zu urtheilen**) soll der »Bulbus olfactorius« mit einer feinen Membran bekleidet sein, die in eine feine Röhre, welche bis an die Flimmergrube reicht, sich verjüngt. Im Innern dieser Röhre soll der Nervus olfactorius liegen, der »aus einer Anzahl sehr blasser Achsencylinder besteht und auf dessen ganzer Länge eine Reihe bipolarer, unter sich vereinigter Nervenzellen liegt, deren Fortsätze in der Riechgrube endigen«.***) Der Bulbus olfactorius besteht nach Ussow†) auch aus bipolaren Nervenzellen, zwischen welche die den Riechnerven zusammensetzenden Achsencylinder eindringen.

Diese Angaben von Ussow stimmen gar nicht mit dem, was von Grobben und mir an der Flimmergrube und an dem in Zusammenhang mit ihr stehenden Gehirnzapfen beobachtet wurde, überein. Mir ebenso wie Grobben ist es niemals gelungen, etwas vom Nervus und Bulbus olfactorius zu beobachten. Ebenso wie Grobben sah ich immer die feine durchsichtige Röhre, die den Ganglionzapfen mit der Flimmergrube vereinigt, nur mit vereinzelt stehenden Zellen im Innern belegt. Die Flimmergrube ist, wie bekannt, mit einem ziemlich hohen Wimperepithel bekleidet (Taf. 7, Fig. 4).

Dass die Angaben von Ussow dem wirklichen Sachverhalte nicht entsprechen, glaube ich nicht nur darum, weil Grobben und ich das von Ussow beschriebene nicht wiederfinden konnten, sondern hauptsächlich aus dem Umstande, dass der Entwickelungsmodus der Flimmergrube und des mit ihr in Zusammenhang stehenden Apparates gegen die Möglichkeit eines solchen Baues des Apparates entschieden spricht. Der im Innern hohle Zapfen des

*) L. c. p. 30. Taf. 8. Fig. 58 *A* u. *B*. **) L. c. Taf. 8. Fig. 58 *B*. ***) L. c. p. 30.
†) L. c. Fig. 58 *B*.

Nervenganglions communicirt, wie das weiter unten eingehender besprochen werden wird, bei der jungen *Doliolum*-Larve (oder -Knospe) mit der Flimmergrube durch eine ebenfalls hohle breite Röhre, die aus in mehreren Reihen geordneten Zellen, die von der äusseren Membran der Röhre überzogen sind, zusammengesetzt ist. Mit dem Wachsthum des Thieres wird diese Röhre stark in die Länge gezogen; deswegen wird sie auch viel dünner, während ihr zelliger Belag, der früher ununterbrochen die Röhre auskleidete, jetzt als vereinzelte und manchmal weit voneinander stehende Zellen erscheint. Von einem Nervus olfactorius kann, wie man sieht, gar keine Rede sein.*)

Ein der »Nase« von *Doliolum* entsprechendes Organ ist, wie bekannt, von mehreren Forschern auch bei anderen Tunicaten nachgewiesen. Die Flimmergrube wurde schon von den älteren Forschern bei den Tunicaten der verschiedensten Gruppen beobachtet; sie wurde bei den Ascidien, Synascidien, Pyrosomen, Salpen und Appendicularien mehrfach beschrieben. Der unter dem Gehirn sich findende Zapfen, sowie der Zusammenhang des Zapfens mit der Flimmergrube wurde aber nur bei einigen Tunicaten, den Ascidien nämlich, in der letzten Zeit einem sorgfältigen Studium unterworfen. Zuerst von Hancock entdeckt,**) wurde dieser Gehirnzapfen näher von Ussow***) und Ch. Julin†) studirt. Die beiden letztgenannten Forscher erkannten die drüsige Natur dieses Gehirnzapfens der Ascidien, kamen aber zu verschiedenen Anschauungen über die physiologische und morphologische Bedeutung des ganzen Apparates. Ussow, der das drüsige Organ der Ascidien,††) sowie den Gehirnzapfen von *Doliolum* beobachtete, hielt sie für ganz verschiedene, einander gar nicht entsprechende Gebilde. Bei *Doliolum* hält er, wie oben schon erwähnt wurde, den Gehirnzapfen für einen Theil des Gehirnes — für einen Bulbus olfactorius — aus dem ein Nervus olfactorius zu der Flimmergrube abgehen soll; bei den Ascidien soll die Flimmergrube auch Nerven erhalten, die aber vom Ganglion selbst abgehen; der drüsige Gehirnzapfen mündet nach Ussow auch in die Flimmergrube durch einen besonderen Drüsengang. Die Flimmergrube sieht Ussow, wie die meisten seiner Vorgänger, als ein Riechorgan an, das bei den Ascidien von einigen Nervenzweigen innervirt wird und in welches ein besonderes drüsiges Organ, das unter, zuweilen auch auf dem Ganglion liegt, sein Secret ergiesst. Bei *Doliolum* soll nach Ussow dieses

*) Wie bekannt, findet man auch bei den Ascidien keinen Nerv, der zur Flimmergrube geht. (Vergl. hierüber Ch. Julin, Recherches sur l'organisation des Ascidies simples. Arch. de Biologie. T. II. p. 70 und 114).

**) Hancock, On the Anatomy and Physiology of Tunicata. 1867. in: The Journal of the Linn. Soc. London 1868. Vol. IX. (Citirt nach Ch. Julin.)

***) L. c.

†) Ch. Julin, Recherches sur l'organisation des Ascidies simples. Archives de Biologie. T. II. 1881.

††) Bei *Cynthia* und *Clavellina* soll dieses drüsige Organ nicht auf der Ventralseite des Nervenknotens, wie bei den meisten Ascidien, sondern auf seiner Rückenseite liegen (Ussow, l. c. p. 51). — Die neueren Untersuchungen von O. Seeliger (Eibildung und Knospung von *Clavellina lepadiformis*. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXXV. 1882) scheinen diese Angaben von Ussow, wenigstens für *Clavellina*, nicht zu bestätigen. (Vergl. p. 42 d. Separatabdruckes und die Fig. 8 der Taf. 3.)

drüsige Organ fehlen, während ein besonderer Bulbus olfactorius, der einen mächtigen Nerv zur Flimmergrube sendet, sich am Gehirne differenzirt hat.

Ganz anders lauten die Angaben Ch. Julin's, der eine Reihe einfacher Ascidien wegen des drüsigen Gehirnzapfens und der Flimmergrube einer eingehenden Untersuchung unterwarf. Nach den Angaben Julin's kann die Flimmergrube, nach ihrem Bau zu urtheilen, unmöglich für ein Riechorgan gehalten werden. Den ganzen, bei den Ascidien unter dem Gehirne liegenden Apparat, der vermittelst der Flimmergrube in die Pharyngealhöhle mündet, sieht Julin als ein drüsiges Organ an, das der Hypophysisdrüse der Wirbelthiere homolog ist.*) Als dieser Drüse mit ihrer Mündung in die Pharyngealhöhle gleichwerthig sieht Julin die Flimmergrube von *Doliolum* mit dem mit ihr in Zusammenhang stehenden subganglionären Körper an.

Im letzteren Punkte stimme ich vollkommen mit Julin überein. Was aber die Anschauung über die Homologie des subganglionären Körpers der Tunicaten mit der Hypophysis cerebri der Wirbelthiere betrifft, so scheint sie mir vollkommen unhaltbar. Wie weiter unten gezeigt werden wird, entwickelt sich der subganglionäre Körper von *Doliolum* sammt der Flimmergrube ausschliesslich auf Kosten der Nervensystemanlage; ein solcher Entwickelungsmodus ähnelt gar nicht dem, was über die Entwickelung der Hypophysis bekannt ist. Gegen diese vermeintliche Homologie sprach sich neulich auch Salensky aus.**)

Ich gehe jetzt zur Besprechung der aus dem Nervenknoten heraustretenden Nerven und zur Schilderung ihrer Vertheilung im *Doliolum*-Körper über. Von den von früheren Autoren über diesen Gegenstand gemachten Angaben erwähne ich nur die ausführlichsten von Keferstein und Ehlers, Ussow und Grobben.

Nach den Angaben von Keferstein und Ehlers (Fig. 4) gehen vom Gehirn »dicke, faserige Nervenzweige in symmetrischer Anordnung ab: ein starker in der Medianlinie gerade nach vorn (*n*), ein feiner jederseits nach vorn zum Schlundwimperbande (1), zwei starke, auf jeder Seite zu einer kurzen gemeinsamen Wurzel verbundene nach vorn und nach der Seite (2), dann ein feiner und kurzer auf jeder Seite, welcher gerade in der lateralen Richtung verläuft (3); dann wieder jederseits zwei starke mit gemeinschaftlicher Wurzel, welche nach hinten und nach der Seite hin gerichtet sind (4), und endlich zwei feine, die von der Hinterseite entspringen und in die Tiefe zu den Kiemen hinabsteigen (5)«.

Ussow beschreibt (Fig. 5) im Ganzen vierzehn Nerven, die aus dem Nervenknoten von *Doliolum* heraustreten sollen. Von diesen vierzehn Nerven sind zwölf paarig und zwei unpaar. Einer von diesen unpaaren Nerven ist der sogenannte, oben besprochene Nervus olfactorius, der, wie gesagt, gar nicht existirt. Diesen vermeintlichen Nerv abgerechnet, bleiben bei *Doliolum* nach Ussow nicht elf (wie die Angaben von Keferstein und Ehlers lauten),

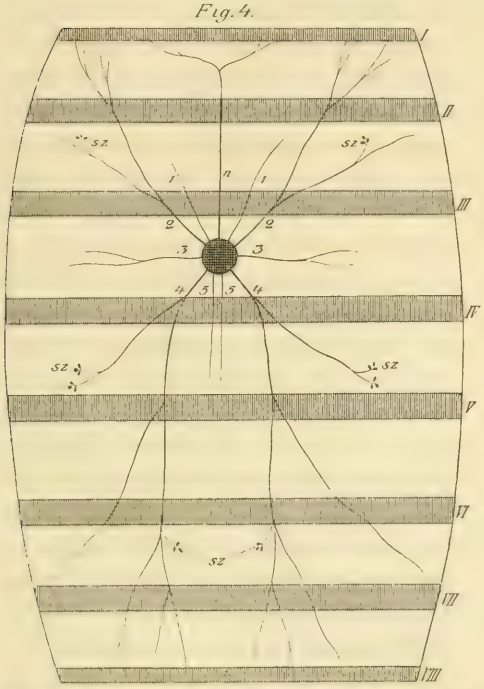
*) Auf die Aehnlichkeit der subganglionären Drüse der Ascidien mit der Hypophysis cerebri der Wirbelthiere deutete übrigens schon Ussow hin.

**) W. Salensky, Neue Untersuchungen über die embryonale Entwickelung der Salpen. in: Mitth. aus d. Zool. Station zu Neapel. IV. Bd. 1. Heft. p. 144.

sondern dreizehn Nerven. Das von KEFERSTEIN und EHLERS unerwähnt gebliebene Nervenpaar soll nach Ussow vom hinteren Nervenknotentheile abgehen und an der Aussenseite des hinteren von KEFERSTEIN und EHLERS beschriebenen Nervenpaares laufen (Fig. 5, 5).

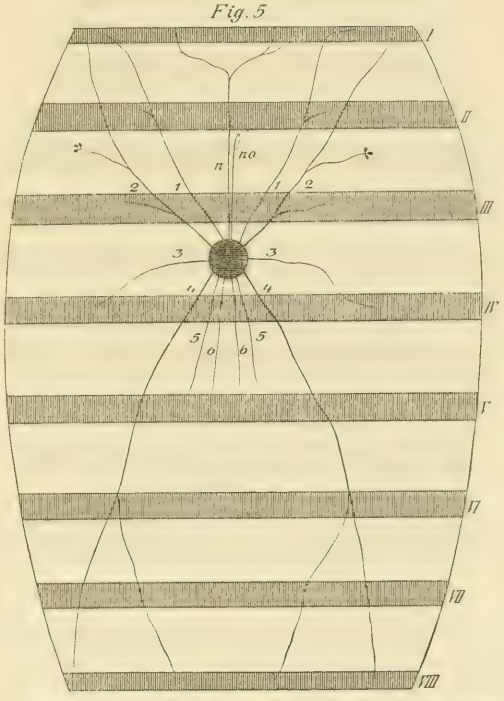
Was die Nervenvertheilung im *Doliolum*-Körper anlangt, so sind die Angaben von Ussow viel eingehender als die von KEFERSTEIN und EHLERS. Das erste vordere Nervenpaar (1) soll nach Ussow nicht bloss im Wimperbogen endigen, sondern bis in die Mundlappen Aeste abgeben. Der zweite paarige Nerv (2) theilt sich schon am dritten Muskelreifen in zwei Aeste; der hintere Ast verläuft im dritten Muskelreifen, während der vordere Ast im zweiten Intermuscularraume sich wieder in zwei Aestchen theilt. Das hintere Aestchen endigt in einer

Fig. 4.



Schematische Darstellung des Nervenverlaufs nach KEFERSTEIN und EHLERS. *n* vorderer unpaarer Nerv zu den Mundlappen. *1—5* die fünf paarigen Nerven: *1* zum Wimperbande; *2* zu den Mundlappen (endigt in Sinneszellen); *3* zum 3. Intermuscularraume; *4* endigt in Sinneszellen und geht zum Rande der hinteren Cloacalöffnung; *5* zur Kieme. *sz* Sinneszellen.

Fig. 5.



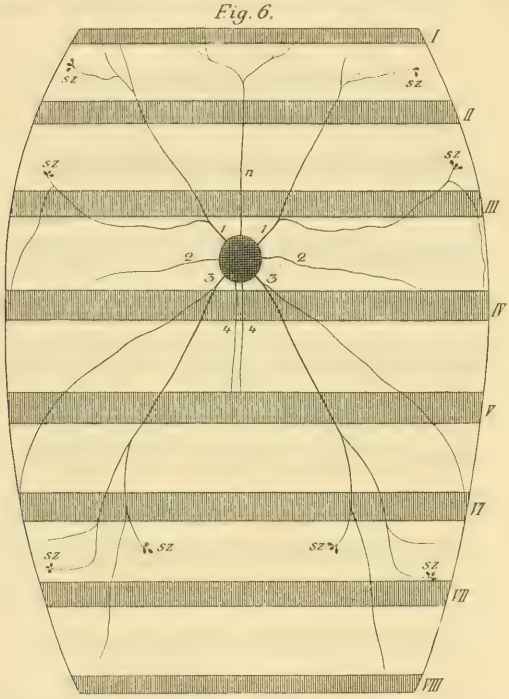
Schematische Darstellung des Nervenverlaufs nach Ussow. *n* vorderer unpaarer Nerv zu den Mundlappen. *no* Nervus olfactorius; *1 6* die sechs paarigen Nerven.

Gruppe von Sinneszellen, während das vordere bis in die Mundlappen verfolgt wurde. Der dritte paarige Nerv (3) soll im vierten Muskelreifen sein Ende finden. Ueber die Vertheilung der übrigen Nerven sind die Angaben Ussow's besonders dürftig; der vierte paarige Nerv (4) soll in den Sinneszellen der hinteren Körperöffnung enden, während die Nerven der zwei hinteren Paare theils im fünften Muskelreifen, theils in der Epidermis sich vertheilen sollen.

Die neueste Beschreibung der aus dem Nervenknoten heraustretenden Nerven und ihrer Vertheilung im *Doliolum*-Körper ist die von Grobben (Fig. 6). Dieser Autor konnte nur vier paarige und einen unpaaren, im Ganzen neun aus dem Ganglion heraustretende Nerven beobachten: ihm gelang es nicht, das Ussow'sche hintere (Fig. 5, 5), sowie das von Keferstein und Ehlers, und Ussow beschriebene vordere Nervenpaar (Fig. 4 und 5, 1) aufzufinden.

Ueber den Verlauf der Nerven im Körper macht Grobben wieder in Manchem abweichende Angaben. Der Nerv des ersten, vordersten Paares (1) theilt sich schon am dritten Muskelreifen in zwei Aeste; der hintere Ast verläuft eine Strecke weit nach unten längs des dritten Muskelreifens und geht dann in den zweiten Intermuscularraum über, wo er in einer Sinneszelle endet; vor dem Eintritt des Nerven in die Sinneszelle giebt der Nerv einen Zweig ab, der nach hinten und unten bis zum vierten Muskelreifen verfolgt werden konnte. Der vordere Zweig des Nerven des ersten Paares (1) geht bis in den ersten Intermuscularraum, wo er in drei Aestchen zerfällt: von diesen Aestchen endet das hinterste in demselben Intermuscularaume in einer Sinneszelle, während die zwei vorderen zur Innervirung der Mundlappen dienen. Der Nerv des zweiten Paares (2) konnte bis zum vierten Muskelreifen verfolgt werden. Der Nerv des dritten Paares (3) theilt sich schon am vorderen Rande des vierten Muskelreifens in zwei starke Aeste. Der vordere Ast geht auf die Bauchseite des Thieres und konnte bis an den sechsten Muskelreifen verfolgt werden; der hintere Ast theilt sich im fünften Intermuscularraume in zwei kleinere Aestchen, von denen das vordere bis an den siebenten Muskelreifen verläuft und da nach einem kurzen Verlaufe längs dieses Muskelreifens in einer Gruppe von Sinneszellen endet, während ein von diesem Aste im sechsten Intermuscularraume abgehender Zweig nach der Ventralseite des Thieres läuft und bis zum Hoden verfolgt wurde. Der hintere Ast des Nerven des dritten Paares (3) verläuft auf der Rückenseite des Thieres und verzweigt sich in zwei Aestchen im vorletzten Intermuscularraume; das hinterste von diesen zwei Aestchen endet in einer Sinneszellengruppe, die im vorletzten Intermuscularraume liegt, während das vordere wahrscheinlich den letzten (achten) Muskelreifen und die Ränder der hinteren Körperöffnung innervirt. Die

Fig. 6.



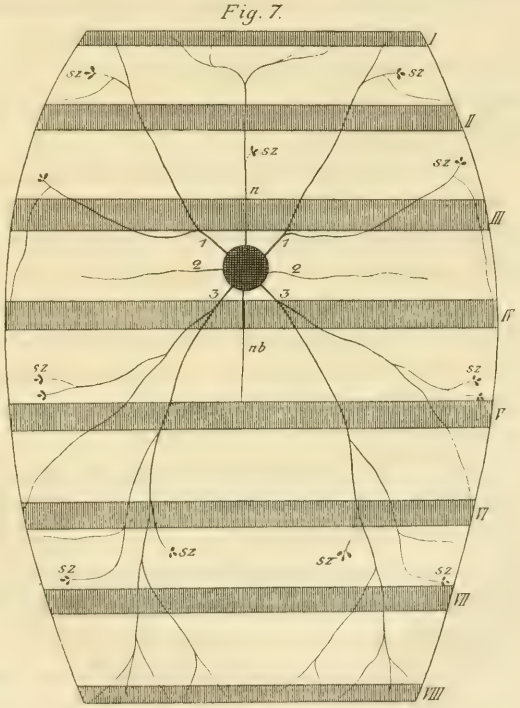
Schematische Darstellung des Nervenverlaufes nach Grobben. *n* vorderer unpaarer Nerv zu dem Mundlappen; *1—4* die vier paarigen Nerven.

Nerven des hintersten (4) Nervenpaares gehen in die Kieme hinein und endigen dort in Sinneszellen.

Diese Nervenvertheilung gilt für *D. Ehrenbergii* Kr.; bei *D. Mülleri* soll nach Grobben der zweite paarige Nerv (2) gänzlich fehlen. Auch vom Hintertheile des Gehirnes entspringt nicht ein paariger, sondern ein unpaarer Nerv, der aber zuweilen durch zwei Wurzeln mit dem Gehirne im Zusammenhange steht.

Von allen diesen Beschreibungen stimmt die Grobben'sche am meisten mit dem, was ich beobachtet habe. Dieser Beschreibung habe ich nur einige wenige Bemerkungen und Zusätze beizufügen. Was *D. Mülleri* Kr. betrifft, so kann ich Grobben in seiner Behauptung über das Fehlen des mittleren Nervenpaares bei dieser Art nicht beistimmen: die beiden gemeinsten *Doliolum*-Arten (*D. Ehrenbergii* Kr. und *D. Mülleri* Kr.) besitzen beide drei seitliche Nervenpaare, von denen das mittlere am schwächsten entwickelt ist. Bei beiden Arten geht vom Hinterende des Gehirns nach hinten ein einziger unpaarer Nerv, der, wie das auch Grobben gesehen hat, bei *D. Mülleri* oft schon an seiner Austrittsstelle in zwei mehr oder weniger lange Wurzeln gespalten ist; bei *D. Ehrenbergii* geht diese Spaltung des hinteren unpaaren Nerven viel weiter und ist viel constanter als bei *D. Mülleri*. Die Behauptung, dass bei den beiden genannten *Doliolum*-Arten vom hinteren Theile des Gehirnes ein unpaarer Nerv abgeht, basire ich nicht nur auf das bei ausgewachsenen Thieren Beobachtete, sondern hauptsächlich auf das, was über die Entwickelung dieses Kiemennervs von mir ermittelt wurde. Wie unten in dem Capitel, das die Entwickelungsgeschichte von *Doliolum* behandelt, eingehender gezeigt wird, ist der hintere, zur Kieme gehende Nerv nicht desselben Ursprunges wie die anderen aus dem Gehirne austretenden Nerven; ebenso wie die Flimmergrube sammt dem mit ihr in Zusammenhang stehenden subganglionären Apparate, entwickelt sich der hintere Nerv aus der embryonalen Nervensystemanlage, aus der auch das Ganglion sich entwickelt, und ist immer auf jüngeren Stadien als eine mächtige unpaare Ganglionverlängerung zu beobachten.

Fig. 7.



Schematische Darstellung des Nervenverlaufes nach den eigenen Beobachtungen. *n* vorderer unpaarer Nerv zu den Mundlappen. 1—3 die 3 paarigen Nerven. *nb* hinterer unpaarer Nerv zu der Kieme.

Ueber die Vertheilung der Nerven im Körper des mit Geschlechtsorganen

versehenen *Doliolum* (Fig. 7) kann ich der Grobben'schen Schilderung nur sehr Weniges beifügen. Der starke Nerv des vorderen Paares (1) giebt, ganz so wie das Grobben beschreibt, während seines Verlaufes nach vorn zu der vorderen Körperöffnung (zu den Mundlappen) zwei nach dem Bauche zu verlaufende Zweige ab, von denen der vordere aber nicht einfach in einer Sinneszelle endet, sondern vor seinem Eintreten in diese Sinneszelle ein äusserst feines Nervenästchen absendet, das längs des zweiten Muskelreifens fast bis an die Bauchseite des Thieres zu verfolgen ist. Der vordere Ast des Nerven des dritten Paares (3) konnte auch von mir bis an den sechsten Muskelreifen verfolgt werden; ich beobachtete ausserdem aber bei den beiden oben erwähnten Arten einen von diesem Nervenaste abgehenden sehr feinen Nervenzweig, der im vierten Intermuscularraume nach dem Bauche zu hinläuft und sich in zwei noch feinere Aestchen theilt, die beide neben dem fünften Muskelreifen in Sinneszellen ihr Ende finden. Die Verzweigungen des hinteren grossen Astes des Nerven des dritten Paares (3) konnte ich ganz sicher bis an die Ränder der hinteren Körperöffnung verfolgen und dort die Nervenästchen in den Sinneszellen endigen sehen.

Die übrigen mir bekannten *Doliolum*-Arten (*D. Gegenbauri* und *D. rarum*) wurden nicht speciell wegen der Nervenvertheilung von mir studirt, jedoch kann ich mit einiger Sicherheit behaupten, dass auch bei ihnen die Nervenvertheilung eine sehr ähnliche ist.

Ueber die feinere Structur der Nerven finden sich Angaben nur in der schon mehrfach citirten Abhandlung von Ussow.*) Nach diesem Autor bestehen die *Doliolum*-Nerven aus »einigen ganz nackten, zusammengedrückten Achsencylindern, die von einer gemeinsamen Hülle bekleidet sind«.

Die vom Ganglion abgehenden Nerven dienen entweder zur Innervation der Muskeln und anderer Organe oder treten in besondere, mehrfach schon erwähnte zellige Apparate ein, die nach ihrem Bau zu urtheilen gewiss Sinnesorgane sind und für solche auch von den Hülle meisten früheren Autoren gehalten wurden.

Ueber die Endungen der Nerven in Muskeln besitzen wir nur einige auseinander gehende Beobachtungen von Keferstein-Ehlers und Ussow. Während nach Keferstein und Ehlers die »Nervenzweige sich an die Muskeln mit einer dreieckigen Verbreiterung ansetzen«,**) sollen nach Ussow die »sehr dünnen Endzweige der Nerven das Sarcolemma des Muskelbündels durchbohren und auf seiner Oberfläche in Form von varicosen Erweiterungen so zu sagen zerfliessen«.***) Das, was ich bei *Doliolum* sah, stimmt einigermaassen mit diesen beiden Angaben. An mit Ueberosmiumsäure behandelten Doliolen erhielt ich zuweilen Bilder, von denen eins in Taf. 1, Fig. 9 wiedergegeben ist. Wie aus der Figur zu sehen ist, endet der Nerv am Muskel mit einer scheibenförmigen Verbreiterung, deren Contour sehr schwer zu ermitteln ist. Solche Nervenendigungen fand ich aber lange nicht an allen auf Muskeln endigenden Nerven; bei der grössten Zahl solcher Endigungen suchte ich vergebens nach diesen Erweiterungen und sah nur den feinen Nervenzweig plötzlich verschwinden.

*) L. c. p. 30. **) L. c. p. 61. ***) L. c. p. 42.

Die Endung der Nerven in besonderen Sinneszellen wurde schon von Keferstein und Ehlers und später von Ussow und Grobben beobachtet. Von Keferstein und Ehlers wurden solche Sinneszellen in den Mundlappen sowie an den Rändern der hinteren Körperöffnung und an verschiedenen anderen Theilen des Körpers beobachtet. Nach den Angaben dieser Autoren »endet ein beträchtlicher Theil der Nervenzweige in der äusseren Haut, und zwar stets nach einer Theilung in einige kurze Fäden in einer Gruppe von Zellen. Diese Zellen, in welchen die Nerven endigen, sind rundlich, 0,015 mm gross, mit 0,004 mm grossem Kern mit Kernkörperchen.«*)

Ussow, der auch diese Sinneszellen von *Doliolum* einer eingehenden Untersuchung unterworfen hat, theilt sie in zwei Categorien: die einen, die an der Körperoberfläche sich finden, nennt er »Neuroepithelialzellen«, während er die Sinneszellen, die an den Rändern der beiden Körperöffnungen gelegen sind, als besondere eigenartige Tastorgane unter dem Namen »Randkörper« aufführt.**)

Die Neuroepithelialzellen sollen nach Ussow »in ziemlich grosser Zahl gleich unter den oberen und unteren Epithelschichten des Mantels liegen«;***) sie bestehen aus multipolaren Zellen (»Endplatten« nach Ussow), die mit den Endzweigen der Nerven in Zusammenhang stehen, und deren Ausläufer in das Plasma der Epithelzellen übergehen. Die sogenannten »Randkörper« an den Rändern der Körperöffnungen von *Doliolum* beschreibt Ussow an der vorderen†), der Mundöffnung als ausschliesslich von den Aestchen des vorderen unpaaren Nerven (Fig. 5, *n*), an der hinteren, der Cloacalöffnung, als ausschliesslich von den Verzweigungen seines vierten Nervenpaares (Fig. 5, 4) versorgt. An den Rändern der Mundöffnung sollen die »Randkörper« aus einer, zwei oder drei beisammen liegenden und zuweilen sogar verschmolzenen Zellen bestehen. Jede von diesen Zellen, in deren Plasma ein durchsichtiger Kern sich unterscheiden lässt, erhält einen besonderen Nervenzweig und ist mit einem Sinnesfaden versorgt, der niemals über den Rand des Mundlappens, auf welchem der »Randkörper« liegt, hinausragt. An der Cloacalöffnung finden sich acht solche »Randkörper«, deren jeder aus zwei beisammen liegenden Zellen bestehen soll.††)

*) L. c. p. 61.

**) Ausserdem sollen nach den Angaben von Ussow feine Nervenzweige direkt in das Plasma der gewöhnlichen Epidermiszellen übergehen. l. c. p. 41.

***) L. c. p. 41. — Der Mantel der Tunicaten wird von Ussow, ähnlich wie von anderen Forschern, in einen äusseren und einen inneren getheilt. Der äussere Mantel (Tunica externa) besteht aus einer Cuticularschicht, in welche Zellen der Epidermis eingewandert sind. Der innere Mantel besteht aus zwei Epithelialschichten, zwischen welchen die Körperhöhle eingeschlossen ist, die mit mehr oder weniger Bindegewebe erfüllt ist. Da die zwei Epithelschichten des inneren Mantels die einzigen Epithelschichten sind, die im Mantel der Tunicaten resp. von *Doliolum* sich finden, so klingt die Angabe von Ussow über die Lage der Sinneszellen besonders auffallend. Nach dieser Angabe müssen die Sinneszellen bei *Doliolum* unter dem die Pharyngealhöhle auskleidenden Epithel, folglich in der Pharyngealhöhle liegen.

†) Ussow bezeichnet das Körperende von *Doliolum*, an welchem die Mundöffnung liegt, als das obere, das entgegengesetzte Ende als das untere. Die aus dem Ganglion nach vorn austretenden Nerven werden auch als obere, die nach hinten gerichteten als untere bezeichnet.

††) L. c. p. 52 und 53.

Ausser diesen »Randkörpern« beschreibt Ussow bei *D. Ehrenbergii* noch ein besonderes Tastorgan, das an jeder Körperseite des Thieres unweit der Mundöffnung liegen soll. Dieses Tastorgan besteht aus einer sackförmigen Ausstülpung der Epidermis des Thieres, in deren Innern drei ziemlich grosse Nervenzellen liegen, deren jede mit einem Nervenzweige im Zusammenhange steht.*)

Grobben macht keinen Unterschied zwischen den Sinneszellen, die an den Oeffnungen des *Doliolum*-Körpers liegen, und denen, welche sich an anderen Körpertheilen finden. Nach diesem Autor besteht jeder aus der Epitheloberfläche etwas hervorragende Sinnesapparat aus zwei Zellen, von denen nur die eine die eigentliche Sinneszelle ist, während die andere eine gewöhnliche Epidermiszelle zu sein scheint. Die Sinneszelle besitzt einen hufeisenförmig gekrümmten Kern, vor dem eine Vacuole liegt. Von dieser Vacuole geht ein Sinnesfaden ab, der den cuticularen Mantel des Thieres in schräger Richtung durchbohrt; an dem dem Sinnesfaden entgegengesetzten Ende der Sinneszelle tritt in sie der Nerv ein. Die der Sinneszelle anliegende Hautzelle besitzt auch einen hufeisenförmig gekrümmten Kern. Die an der Basis der Mundläppchen gelagerten Sinneszellen sind zu dreien gruppirt.**)

So lauten die Angaben der früheren Forscher über Bau und Vertheilung der Sinneszellen von *Doliolum*. Unter allen diesen Angaben stimmen meine Beobachtungen am meisten wieder mit denen von Grobben, während ich die Ussow'sche Schilderung als eine zum grössten Theile der Natur nur wenig entsprechende ansehen muss.

Die Sinneszellen sind echte Epidermiszellen, die speciell zur Tastfunction eingerichtet sind. Alle solche am *Doliolum*-Körper vorkommende Zellen haben denselben Bau, weshalb es auch vollkommen unzweckmässig ist, sie, wie Ussow gethan, in verschiedene Categorien einzutheilen. Die Sinneszellen liegen auch gewiss nicht »unter den oberen und unteren Epithelialschichten des Mantels«, sondern immer, wie Grobben beschreibt, zwischen den Epidermiszellen, über die sie ein wenig hervorragen.

Die in den Mundlappen von *Doliolum* liegenden Sinneszellen werden nicht nur, wie Ussow angiebt, von dem vorderen unpaaren Nerv innervirt, sondern erhalten auch Nervenzweige von dem vorderen paarigen Nerv (Fig. 7, 1). Die Sinneszellen in den Mundlappen liegen auch, wie Grobben richtig angiebt, immer zu dreien beisammen (Taf. 8, Fig. 2). Die Sinnesorgane am Cloakenrande, die von den Verzweigungen des hinteren paarigen Nerven versorgt werden, bestehen auch aus drei beisammen liegenden Sinneszellen (Taf. 8, Fig, 1). Alle Sinneszellen sind nach demselben Typus gebaut. Sie bestehen alle, wie zuerst von Grobben erkannt wurde, aus sehr feinkörnigem Plasma, in dem ein hufeisenförmig gekrümmter, sich intensiv mit Carmin färbender Kern liegt; vor diesem Kerne ist immer eine grosse, zuweilen aber auch zwei kleinere Vacuolen zu beobachten; von dem Ende der Zelle, in dem die Vacuole liegt, geht ein sehr blass contourirter langer Sinnesfaden aus, während am entgegenge-

*) L. c. p. 53. Taf. 6, Fig. 44.
**) L. c. p. 11.

setzten Ende der Nerv in die Zelle eintritt. Niemals gelang es mir, den Sinnesfaden bis an die Vacuole zu verfolgen; auch konnte ich an keinem von meinen Präparaten die von Grobben angegebenen knotigen Anschwellungen des Sinnesfadens bemerken.

Vom Leibe der Sinneszelle gehen gewöhnlich mehrere sehr feine Ausläufer ab, die schon von Ussow beobachtet wurden, und über deren Endigungsweise ich nicht ins Klare kommen konnte. An Chlorgoldpräparaten schien es mir, dass diese Ausläufer (Taf. 1, Fig. 7, Taf. 8, Fig. 2) der Sinneszelle direct in das Plasma der naheliegenden Epidermiszellen übergehen.

An gut gelungenen Chlorgoldpräparaten konnte ich manchmal den Verlauf des Nerven im Zellenleibe eine Strecke weit verfolgen (Taf. 8, Fig. 1). Gleich nach dem Eintritte des Nerven in die Zelle theilt er sich in eine grosse Zahl äusserst feiner Fasern, die in gekrümmter Richtung verlaufen und bis an das Vorderende des hufeisenförmigen Kernes verfolgt werden konnten. Dort endigte jede dieser Fasern mit einer kleinen punktförmigen Verdickung, die an Chlorgoldpräparaten stark gefärbt war, an lebenden Zellen aber als sehr stark lichtbrechende Punkte sich unterschieden.

Gleich am Hinterrande der Sinneszelle liegt, wie das auch Grobben beschreibt, gewöhnlich eine andere kleinere Zelle, die auch meistens einen hufeisenförmig gekrümmten Kern besitzt, aber einer Vacuole sowie eines Sinnesfadens immer entbehrt. Trotzdem ich nicht in alle diese Annexzellen einen Nervenzweig eintreten sah, glaube ich doch, dass jede solche Zelle von einem besonderen Nervenzweig versorgt wird. Die Sinneszellen, die am Rande der Körperöffnungen liegen, zeigen einen etwas anderen Bau als die Sinneszellen des übrigen Körpers. Die an den Mundlappen liegenden Sinneszellen sind immer, wie gesagt, zu drei beisammen gruppirt (Taf. 8, Fig. 2). Ein Sinnesfaden scheint diesen Sinneszellen gänzlich zu fehlen, die Annexzellen, deren Zahl auf nur zwei reducirt ist, sind ziemlich gross und erhalten jede einen besonderen Nervenfaden.

Die Sinneszellen, die an den Rändern der Cloacalöffnung liegen, sind wieder etwas anders gebaut. Von den drei beisammen liegenden Sinneszellen (Taf. 8, Fig. 1), deren jede einen Nervenzweig besitzt, ist nur die in der Mitte liegende mit einem Sinnesfaden und einer Vacuole versehen, während die zwei lateralen dieser beiden Gebilde entbehren. In diesen lateralen Sinneszellen suchte ich auch vergebens nach einem Kern. Von Annexzellen konnte ich auch keine Spur auffinden.

Bei den übrigen auf dem Körper zerstreuten Sinneszellen sind die Annexzellen am stärksten entwickelt (Taf. 1, Fig. 7). Wie schon Grobben bemerkt, umgeben diese Annexzellen den ganzen hinteren Theil der mit einem Sinnesfaden versehenen Sinneszelle.

Die Sinnesfäden reichen bis an die Oberfläche der äusseren Cuticularschicht des *Doliolum*-Körpers und springen gewöhnlich etwas über die Oberfläche des äusseren Mantels hervor. Sie fungiren offenbar als Tasthaare; der ganze Apparat muss ohne Zweifel als Tastorgan betrachtet werden.

Ehe ich zur Beschreibung der übrigen Organe des mit Geschlechtsorganen versehenen *Doliolum* übergehe, will ich noch des besonderen Sinnesapparates gedenken, der nach Ussow

an beiden Seiten des Körpers von *D. Ehrenbergii*, unweit der Mundöffnung liegt. Ein ganz ähnliches Sinnesorgan ist von Grobben bei einem jungen, achtmuskeligen, ungeschlechtlichen *D. Mülleri* erwähnt und abgebildet.*)

Die Angabe von Ussow über das Vorkommen dieses Sinnesapparates bei *D. Ehrenbergii* muss ich entschieden für falsch erklären. Der in Rede stehende Apparat findet sich nur bei *D. Mülleri*, nämlich an jeder Seite, etwas über dem Endostyle am dritten Muskelreifen. Zu der im Ganzen richtigen Ussow'schen Beschreibung dieses Apparates muss ich nur hinzufügen, dass die drei Sinneszellen mehr aneinander gedrängt liegen, als in der Figur von Ussow abgebildet ist, und dass jede Zelle einen hufeisenförmig gekrümmten Kern besitzt. An der Hinterseite dieser Zellen konnte ich keine Annexzellen unterscheiden; es gelang mir auch nicht, Sinnesfäden zu beobachten.

Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane von *Doliolum* wurden zuerst von Huxley und Krohn beobachtet. Huxley fand bei seinem *D. denticulatum* nur männliche Organe, sprach aber trotzdem die Meinung aus, dass die Thiere hermaphrodit seien. Krohn glaubte, dass *D. Ehrenbergii* getrenntgeschlechtlich, *D. Mülleri* dagegen hermaphroditisch sei. Eine etwas genauere Beschreibung der Geschlechtsorgane von *D. Ehrenbergii* lieferten Keferstein und Ehlers; neuerlich hat auch Grobben den Geschlechtsorganen der drei von ihm untersuchten Arten einige Worte gewidmet. Er zeigte, dass alle Doliolen mit männlichen sowie mit weiblichen Geschlechtsorganen versehen sind. Ueber die feinere Struktur der Geschlechtsorgane, sowie über den Ausbildungsmodus der Geschlechtsproducte wurden bis jetzt, so viel ich weiss, gar keine Beobachtungen angestellt.

Die Geschlechtsorgane liegen, wie alle übrigen Organe von *Doliolum*, im Blutsinus der Leibeshöhle, an der linken Körperseite und münden durch eine für die männlichen und weiblichen Organe gemeinschaftliche Oeffnung in die Cloakenhöhle.**) Bei verschiedenen Arten sind die Geschlechtsorgane verschieden gebaut und haben eine verschiedene Lage in Beziehung zu den anderen Organen. Bei *D. Mülleri* liegt der birnförmige Hoden mit dem Ovarium an der linken Seite des Nahrungscanals zusammengedrängt. Bei allen übrigen bekannten Arten ist der Hoden cylinderförmig, mehr oder weniger in die Länge gezogen, im Vordertheile des Thieres gelegen und mit seinem hinteren Ende nach vorn gerichtet. Bei *D. Ehrenbergii* reicht der Hoden bis an den vierten Muskelreifen; bei *D. Gegenbauri* ist der Hoden am meisten entwickelt und so lang, dass er geschlängelt fast an die vordere Körperöffnung reicht; bei *D. rarum* endlich reicht der Hoden bis in den zweiten Intermuscular-

*) L. c. p. 65. Taf. 4, Fig. 21.

**) Nach den Angaben von Grobben sollen die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane jedes mit seiner besonderen Oeffnung in die Cloakenhöhle münden (l. c. p. 23 und 58). Diese Angabe sehe ich als eine falsche an.

raum und verjüngt sich nach hinten in einen dünnen und langen Ausführungsgang (Taf. 8, Fig. 11, 12). Das Ovarium liegt bei allen Arten dicht neben dem Genitalporus.

Die Geschlechtsorgane sind bei allen *Doliolum*-Arten von einer feinen zelligen Membran überzogen (Taf. 2, Fig. 5, 6, 8—10 *gm*). Die Grenzen der Zellen dieser Membran (Taf. 2, Fig. 7) sind nur äusserst schwer zu unterscheiden. Jede Zelle ist, wie es scheint, ähnlich denen der Epidermis mit einer klaren Flüssigkeit — dem Zellsafte — gefüllt und besitzt einen grossen runden Kern mit Kernkörperchen, der von körnigem Plasma, das lange Ausläufer abgiebt, umhüllt ist. Oft gelang es mir, in einer Zelle anstatt eines zwei aneinander gedrängte Kerne zu beobachten, was auf eine Vermehrung der Zellen zu deuten scheint. Unter dieser zelligen Bekleidung liegen im Hoden, sowie im Ovarium, die zur Ausbildung der Geschlechtsproducte dienenden Elemente.

Die Structur des Ovariums bei den beiden gemeinsten und von mir eingehend untersuchten Arten (*D. Mülleri* und *D. Ehrenbergii*) ist eine verschiedene, so dass es nöthig erscheint, jede Art besonders zu besprechen.

Wie schon von Krohn für *D. Mülleri* erkannt wurde, bestehen die weiblichen Geschlechtsorgane der genannten Art aus zwei leicht unterscheidbaren Theilen, einem oberen, aus zusammengedrängten Zellen bestehenden, den Krohn für das eigentliche Ovarium hält (die zusammengedrängten Zellen sieht Krohn für Eikeime an), und einem unteren, grösseren, den der genannte Forscher für ein Ei erklärte. Von der Richtigkeit einer solchen Deutung kann man sich leicht überzeugen, wenn man Doliolen dieser Art mit verschieden entwickelten Geschlechtsorganen beobachtet. In jungen Exemplaren findet man von weiblichen Geschlechtsorganen nur einen ziemlich grossen Zellenhaufen (Taf. 2, Fig. 1); an älteren Individuen sieht man diesen Zellenhaufen kleiner werden, während an seiner Unterseite schon ein grosses Ei liegt (Taf. 2, Fig. 2); an noch älteren Doliolen sieht man diesen Zellenhaufen sich noch beträchtlich verkleinern (Taf. 2, Fig. 3), bis von ihm endlich nur ein unanschnliches Gebilde zurückbleibt (Taf. 2, Fig. 4). Diese Umbildungen der weiblichen Geschlechtsorgane des *D. Mülleri*, die sehr leicht zu constatiren sind, zeigen schon zur Genüge, dass die Eier im oberen zelligen Theile — dem eigentlichen Ovarium — sich ausbilden und nach ihrer Ausbildung aus dem Ovarium nach unten ausgestossen werden.

Eine weitere Untersuchung zeigte, dass die Zahl der im Ovarium sich ausbildenden Eier nur eine geringe ist. Niemals konnte ich bei *D. Mülleri* mehr als drei nacheinander reifende Eier constatiren; niemals sah ich auch gleichzeitig mehr als ein einziges Ei vollkommen ausgebildet; nur wenn dieses Ei schon zur Ablegung bereit ist, fängt ein neues an sich auszubilden.

Wenn das Ei zu reifen beginnt, wird es allmählich aus dem Eierstocke nach unten so zu sagen herausgepresst. An der unteren Grenze des Eierstockes angelangt, drückt das Ei auf die den Eierstock umhüllende zellige Membran und dehnt sie sackförmig aus. Wenn das Ei seine völlige Reife erlangt hat, liegt es schon vollkommen ausserhalb des Eierstockes in einem es dicht umgebenden Sacke, der aus dieser ausgedehnten Membran besteht.

Wenn zu dieser Zeit im Eierstocke ein neues Ei zu wachsen beginnt, so wird es auch, wie das vor ihm ausgebildete, nach unten in die sackförmige Erweiterung der Membran hinausgeschoben; das reife Ei wird dann nach aussen durch die Geschlechtsöffnung in die Cloacalhöhle evacuirt. Beim Ablegen wird das Ei zwischen die die Geschlechtsorgane bekleidende Membran und die Eierstocksmasse gepresst. Gleich nach dem Ablegen des Eies erscheint die sackförmige Ausstülpung der Membran, wie auf der Fig. 4 der Taf. 2 zu sehen ist, etwas geschrumpft; bald aber wird sie wieder von einem neuen Ei gefüllt. Nach dem Ablegen der drei Eier bleibt von der Eierstocksmasse nur ein kleiner Rest, der offenbar schon die Fähigkeit verloren hat, neue Eier zu produciren (Taf. 2, Fig. 4).

Um sich ein klares Bild über den feineren Bau des Eierstockes, sowie über die bei der Eibildung statthabenden Vorgänge zu machen, ist es unumgänglich nothwendig, den Eierstock auf Schnitten zu studiren. Eine treue Abbildung von Längsschnitten der durch Chromsäure gehärteten und mit Boraxcarmin tingirten Ovarien ist in den Fig. 5 und 6 der Taf. 2 gegeben. An diesen Schnitten sieht man, dass der Eierstock aus grossen Zellen mit klarem, sehr feinkörnigem Plasma und grossen Kernen mit mehreren Kernkörperchen gebildet ist. Bei stärkerer Vergrösserung (Taf. 2, Fig. 6) sieht man weiter, dass mehrere von diesen Zellen in der Theilung begriffen sind und dass die aus der Theilung entstandenen Zellen sich wieder theilen. Als Resultat einer solchen mehrfach aufeinander folgenden Theilung findet sich das Ovarium aus einem Haufen von Zellen der verschiedensten Grösse zusammengesetzt; die kleinen Zellen schreiten zur Bildung des Follikels, der das reife Ei umhüllt, während von den grossen Zellen einige stark zu wachsen beginnen und sich zu Eiern umbilden.

Dass die Sache so vor sich geht, wie eben beschrieben wurde, schliesse ich aus dem Schnitte des Ovariums, der in der Taf. 2, Fig. 8 abgebildet ist. Dieser Schnitt hat eine im Wachsthum zum Ei begriffene Zelle getroffen, die von einer grossen Menge von kleineren, den Follicularzellen ähnlichen Zellen umgeben ist. In der Eizelle sieht man schon die reticulare Structur des Kernes, die für das Ei so characteristisch ist.

Wenn wir Schnitte des schon vollkommen aus dem Eierstock ausgetretenen Eies bei starken Vergrösserungen untersuchen (Taf. 2, Fig. 5, 6 und 8), so sehen wir, dass es aus sehr feinkörnigem Plasma besteht, in dem das scharf contourirte Keimbläschen liegt. An der ganzen Peripherie des Eies kann man, wenn das Ei gut gefärbt war, eine grosse Zahl kleiner Zellen sehen, die vollkommen den kleinen Zellen des Eierstockes gleichen und die ich als Follikelzellen betrachte. Diese Zellen liegen meistens hart an der Peripherie der Eizelle, aber völlig in das Protoplasma eingebettet; manche von diesen Zellen liegen ausserdem etwas tiefer im Protoplasma. Untersucht man weiter Schnitte von einer etwas jüngeren Eizelle, so sieht man, dass diese kleinen Zellen viel tiefer im Eiprotoplasma liegen, manche sogar zuweilen ganz neben dem Keimbläschen vorkommen (Taf. 2, Fig. 10). Ausserdem ist es nicht schwer zu sehen, dass, während die meisten Zellen ihre Structur vollkommen beibehalten haben, andere im Gegensatze zu ihnen ganz eigenthümlich aussehen. Der Kern solcher Zellen ist nicht scharf, sondern unregel-

mässig contourirt und hat eine grobkörnige Beschaffenheit angenommen; auch das Plasma der Zelle erscheint grobkörnig, während die Umrisse der ganzen Zelle unregelmässig sind.

Wenn wir alle diese Thatsachen berücksichtigen und ausserdem noch im Auge behalten, dass während des Wachsthumes der Eizelle ihr Plasma sowie ihr Kern (Keimbläschen) ziemlich stark ausgeprägte amöboide Bewegungen machen, so scheint es mir nicht besonders schwierig zu sein, eine Vorstellung über die Bedeutung dieser im Plasma des Eies sich findenden kleinen Zellen zu gewinnen.*) Diese Zellen sind die kleinen Zellen, die wir im Eierstocke gefunden haben; sie wurden von dem wachsenden Ei in grosser Menge zur Nahrung gebraucht; eine Anzahl von diesen, vom Plasma des Eies aufgenommenen kleinen Zellen unterliegen einer Reihe von Umbildungen; sie zerfallen und werden wahrscheinlich vom Ei assimilirt. Andere, wahrscheinlich vom Plasma des Eies später aufgenommene Zellen bleiben nur eine Zeitlang im Ei und dringen nicht tief hinein. Diese dicht unter der Oberfläche des Eies liegenden kleinen Zellen gelangen schon bald, wenn das Ei seine vollkommene Reife erreicht hat, aus dem Ei und reihen sich um seine Oberfläche in Form eines einschichtigen Epithels — des Follicularepithels.

Bei der andern *Doliolum*-Art — dem *D. Ehrenbergii* — ist die Structur der weiblichen Geschlechtsorgane etwas complicirter als bei *D. Mülleri*. Bei dieser Art findet man, wie das schon Keferstein und Ehlers und neuerlich Grobben beobachtet haben, mehrere Eizellen gleichzeitig in der Reife begriffen. Ausserdem ist es nicht schwer, sich an gut gefärbten Exemplaren zu überzeugen, dass auch der Bau des Eierstockes ein anderer ist als bei *D. Mülleri*: der Eierstock ist nicht, wie bei *D. Mülleri*, ein einfacher Zellenhaufen, sondern besteht aus einem centralen Zellenhaufen, der von mehreren Zellenschichten umhüllt ist.

Die Structur des Ovariums kann man wieder am besten an Längsschnitten studiren. An solchen Schnitten (Taf. 2, Fig. 9) sieht man einen Haufen dicht aneinander gedrängter grosser Zellen, der wie von einer im Innern hohlen Halbkugel bedeckt ist; der untere Rand dieser aus mehreren Zellenschichten bestehenden Halbkugel geht in die Centralmasse über. Zwischen der Centralmasse und der sie umhüllenden dicken Zellschicht findet sich eine ziemlich geräumige Höhle, die von allen Seiten geschlossen ist.

Eine nähere Untersuchung solcher Schnitte bei stärkerer Vergrösserung zeigt, dass die Centralmasse aus lauter untereinander gleichen Zellen mit grossen runden Kernen und mehreren Kernkörperchen besteht, während in der sie umhüllenden Zellmasse sich Zellen sehr verschiedener Dimensionen und verschiedener Structur finden. Hier kann man leicht verschiedene Theilungszustände der Zellen unterscheiden und zwischen den grossen Zellen viele sehr kleine constatiren. Ausserdem findet man beständig in dieser umhüllenden Zellmasse

*) Das Auffinden kleiner Zellen im Innern des Eies weit von seiner Oberfläche und das öftere Vorhandensein kleiner abgerundeter Hervorragungen (Pseudopodien) am Keimbläschen führte mich früher zu der falschen Vermuthung, dass möglicherweise die in der Eizelle sich findenden kleinen Zellen vom Keimbläschen abstammen. Diese Vermuthung, die in meiner Notiz über die embryonale Entwickelung von *Doliolum* (Zool. Anzeiger Nr. 92) Platz gefunden hat, sehe ich jetzt als vollkommen unbegründet an.

mehrere heranreifende Eizellen, in denen schon der characteristische reticulär gebaute Kern zu beobachten ist.

Nachdem wir den einfacher gebauten Eierstock von *D. Mülleri* kennen gelernt haben, ist es schon nicht mehr schwer, die Bedeutung der im Eierstocke von *D. Ehrenbergii* sich findenden Theile zu verstehen. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich die Vermuthung ausspreche, dass in der äusseren umhüllenden Zellmasse die Eier sowie die sie umhüllenden Follikelzellen sich ausbilden, während die centrale Zellmasse die Rolle eines Reservemagazins spielt, aus dem neues Material zur Umbildung in Eier, sowie zur Nahrung dieser Eier geliefert wird.

Besonders schön sind an den reifenden Eiern der in Rede stehenden Art amöboide Bewegungen der Eizelle, sowie die Aufnahme des Protoplasma derselben seitens der kleinen Follicularzellen zu beobachten. An diesen Eiern konnte ich auch die körnige Umbildung einiger der im Protoplasma der Eizelle sich findenden kleinen Zellen, sowie das Heraustreten der Follikelzellen aus dem Ei verfolgen. Ueber die Zahl der Eier, die ein Exemplar von *D. Ehrenbergii* zu produciren im stande ist, konnte ich keine sicheren Data sammeln; sicher ist es aber, dass diese Species viel mehr Eier ablegt als *D. Mülleri*, und dass diese Zahl mindestens auf acht bis zehn geschätzt werden muss.

Ich war auch nicht im stande, direkte Beobachtungen über den Ablegungsmodus der Eier bei *D. Ehrenbergii* anzustellen; nach dem aber, was wir bei der Species von dem Bau der weiblichen Geschlechtsorgane wissen, kann man nicht zweifeln, dass die Eier ganz in derselben Weise wie bei *D. Mülleri* ausgestossen werden.

Das völlig reife Ei von *D. Ehrenbergii* ist nicht wie das von *D. Mülleri* von Einer, sondern von mehreren Schichten von Follikelzellen umhüllt. Sein Protoplasma ist auch etwas grobkörniger als das der Eier von *D. Mülleri*.

Unter den übrigen Arten scheinen die weiblichen Organe von *D. Gegenbauri* denen von *D. Ehrenbergii* vollkommen zu gleichen, während die von *D. rarum* den weiblichen Genitalorganen von *D. Mülleri* ähneln.

Fassen wir die eben geschilderten Resultate meiner Untersuchungen über die weiblichen Geschlechtsorgane von *Doliolum* zusammen und vergleichen wir sie mit dem, was von anderen Thieren bekannt ist, so tritt erst die physiologische Bedeutung der bei *Doliolum* beschriebenen Theile der weiblichen Organe in voller Klarheit hervor. Der Zellenhaufen, aus dem die Eier sowie die sie umgebenden Follicularzellen abstammen, muss gewiss als dem Keimepithel des Wirbelthiereierstockes entsprechend angesehen werden. Aus diesen Zellen bilden sich ganz ebenso wie bei den Wirbelthieren, z. B. den Elasmobranchiern*), einige Zellen zu Eizellen aus; ganz ebenso wie bei den genannten Fischen nährt sich diese Eizelle auf Kosten der in ihrer Umgebung sich findenden Zellen; einige von diesen Zellen wandeln sich später auch zu dem das

*) Balfour, On the structure and development of the Vertebrate Ovary. Quart. Journ. of microscop. Science. Vol. XVIII.

Ei umgebenden Follikel um. Eine Stütze des Organes — ein Stroma — die in den Ovarien der genannten Fische vorkommt und vermittelst welcher auch die Ernährung des Keimepithels vor sich geht, ist bei *Doliolum* durch das den Eierstock umhüllende Häutchen vertreten; dieses Häutchen, das, wie später nachgewiesen werden wird, mesodermischen Ursprunges ist, dient auch zur Stütze des Keimepithels; für seine Ernährung finden sich, wie überhaupt für alle Organe von *Doliolum*, keine besonderen Vorrichtungen.

Für einen näheren Vergleich des *Doliolum*-Eierstockes mit dem von andern Tunicaten fehlt es leider fast vollständig an Vergleichungsmaterial. Das Wenige aber, was über den Eierstock der übrigen Tunicaten bekannt ist, zeigt, dass auch bei ihnen im Grossen und Ganzen dieselben Verhältnisse wie bei *Doliolum* bestehen.

Bei den zusammengesetzten Ascidien z. B. besteht nach den Angaben von Ganin*) der Eierstock aus einer Zellenanhäufung; einige von den Zellen dieser Anhäufung wachsen evident auf Kosten der Nachbarzellen zu Eiern aus und werden von einem Follikel umgeben, dessen Zellen sich aus den Nachbarzellen des Eies zusammensetzt und von welchem später der innere Follikel seinen Ursprung nimmt. Der ganze Unterschied von *Doliolum* scheint nur darin zu bestehen, dass der Process der Follikelentwickelung bei den Synascidien viel complicirter ist als bei *Doliolum*; bei dem letzteren Thiere bildet sich aus den das Ei umgebenden Zellen des Keimepithels ein Follikel, von dem kein Material zur Bildung des inneren Follikels abgeht. Ganz dieselben Verhältnisse wie bei den Synascidien finden sich, wie es scheint, auch bei den einfachen Ascidien.

Die angeführten Beobachtungen über Eibildung bei *Doliolum* scheinen mir auch etwas Licht auf die bis jetzt streitige Frage über die Genese der Zellen des inneren Follikels der Tunicaten zu werfen. Während, wie bekannt, Kowalevsky**) die Zellen des inneren Follikels der Ascidien und von *Pyrosoma* als von den Zellen des äusseren Follikels abstammend ansieht, glauben Kupffer,***) Semper,†) Playfair Mc. Murrich††) u. A. im Rechte zu sein, wenn sie dieselben als von den äusseren Follikelzellen vollkommen unabhängig betrachten. Die Angaben der letztgenannten Autoren, dass die Zellen des inneren Follikels (die sogen. »Testazellen«) aus dem Protoplasma des Eies heraustreten, können, wie meine Untersuchungen über *Doliolum* zu zeigen scheinen, mit den oben angeführten Angaben von Kowalevsky ganz gut versöhnt werden. Ich glaube Recht zu haben, wenn ich behaupte, dass die sogen. »Testazellen« der Tunicaten nicht in der Eizelle entstehen, wie Kupffer meint; sie sind auch nicht, wie die übrigen erwähnten Forscher glauben, einfache Protoplasmaklumpen (die den Werth einer

*) М. С. Ганинъ, Исторія развитія сложныхъ асцидій. Варшава. 1870. (Entwickelungsgeschichte der zusammengesetzten Ascidien) Taf. 6, Fig. 3 u. 4. (Eierstock bei *Botrylloides*).

**) Kowalevsky, Weitere Studien über die Entwickelung der Ascidien (Archiv f. mikroskop. Anat. VII. 1871) und: Ueber die Entwickelungsgeschichte der *Pyrosoma* (Ebenda, XI. 1875).

***) Kupffer, Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren. (Arch. f. mikroskop. Anatomie. VI. 1870).

†) Semper, Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institute Würzburg. II. 1875.

††) Playfair Mc. Murrich, Note on the function of the »test-cells« in Ascidian ova. (Zool. Anzeiger Nr. 115).

Zelle nicht haben), die durch Einwirkung des Seewassers aus dem Ei ausgepresst werden; sondern sie entstehen wahrscheinlich, wie Kowalevsky gezeigt hat, von den Zellen des äusseren Follikels und sind von dem Plasma des Eies aufgenommen worden; einige von diesen Zellen werden wahrscheinlich als Nahrung von der Eizelle verbraucht, während die übrig gebliebenen wieder aus dem Ei auf seine Oberfläche heraustreten und hier zu den »Testazellen« werden.*)

Wie im nächsten Capitel berichtet werden wird, gehen bei der Entwickelung der *Doliolum*-Larve aus dem Ei die Follicularzellen zu Grunde. Aehnliches wurde auch von verschiedenen Forschern an den Ascidieneiern sowie an Eiern anderer Tunicaten nachgewiesen; einem ähnlichen Schicksale sind, wie bekannt, auch die Follicularzellen der Wirbelthiere unterworfen. Es finden sich aber auch einige Angaben über die Theilnahme der Follicularzellen am Aufbaue des aus dem Ei sich entwickelnden Körpers einiger Tunicaten. So sollen nach den Beobachtungen von Kowalevsky**) bei *Pyrosoma* aus den Follicularzellen Blutkörperchen entstehen; bei den Salpen wird nach den neuen Beobachtungen von Salensky der Körper merkwürdiger Weise fast ausschliesslich aus den Follicularzellen aufgebaut, während die Producte der Eitheilung fast vollkommen zur Nahrung der Follicularzellen dienen.***)

Ueber den Bau des Hodens habe ich leider nur wenig mitzutheilen, da es mir nicht gelungen ist, die Entwickelung der Samenkörper zu verfolgen. Bei allen von mir untersuchten *Doliolum*-Arten ist der Hoden mit einer zelligen Membran bekleidet, die eine Fortsetzung der Eierstocksmembran ist. Im jungen Hoden sind die Zellen vollkommen denen des jungen Eierstockes ähnlich. Nur vermehren sie sich später rasch und werden dabei bedeutend kleiner als die des Eierstockes. Zur Zeit der Reife des Hodens entwickeln sich die Samenfäden zuerst im Innern und im Hintertheile des Hodens. Die ausgebildeten Samenfäden wurden schon früher von mehreren Forschern beschrieben und abgebildet. Sie bestehen aus einem verlängerten Köpfchen und einem dünnen schlängelnden Schwänzchen (Taf. 8, Fig. 13).

Die Frage, ob die männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte gleichzeitig zur Reife gelangen, wurde von Keferstein und Ehlers und neuerlich von Grobben bejahend beantwortet. Meine Untersuchungen erlauben mir aber nicht, diesen Forschern beizustimmen. Bei *D. Mülleri*, von dem ich Tausende zu untersuchen Gelegenheit hatte, konnte ich mit Ge-

---

*) In seiner unlängst erschienenen Arbeit über »Eibildung und Knospung der *Clavellina lepadiformis*« (Sitzungsber. d. Wien. Akad. LXXXV. 1882) kam O. Seeliger zu Schlüssen über die Bedeutung der »Testazellen«, die den von mir ausgesprochenen sehr ähnlich sind.

**) Kowalevsky, Ueber die Entwickelungsgeschichte der *Pyrosoma* (Arch. f. mikroskop. Anatomie. XI. 1875).

***) Salensky, Neue Untersuchungen über embryonale Entwickelung der Salpen. (Abdruck aus den Mittheilungen der Zool. Station zu Neapel. IV. Bd. 1. Heft). Die Untersuchungen, die in dieser Arbeit niedergelegt sind, bringen so viel Neues, eigenthümlich Klingendes und mit allem Bekannten sich nicht Reimendes, dass eine Nachuntersuchung der schon so viel bearbeiteten Salpenentwickelung unumgänglich nothwendig erscheint. — Gegen die Deutung der von Salensky beobachteten Entwickelungsvorgänge sprach sich neuerlich Todaro aus. (Todaro, Sur les premiers phénomènes du développement des Salpes. Archives italiennes de Biologie. T. II. Fasc. 1.)

wissheit feststellen, dass die männlichen Organe immer später als die weiblichen zur Reife gelangen. Diese Erscheinung ist bei der genannten Art so constant, dass, wenn Exemplare mit reifen Eiern vereinzelt in Gläsern aufbewahrt waren, die abgelegten Eier immer unbefruchtet blieben. Um eine Befruchtung der Eier zu erlangen, ist es unumgänglich nothwendig, Doliolen mit ausgebildeten Eiern mit solchen zusammen zu bringen, bei denen der Eierstock schon ausgenutzt ist; bei solchen Exemplaren ist gewöhnlich die Entwickelung des Hodens auf ihrem Culminationspunkte angelangt (Taf. 2, Fig. 4).

Bei *D. Ehrenbergii* und *Gegenbauri* geht die Sache vielleicht etwas anders vor sich, da bei ihnen der Eierstock viel länger functionirt, weshalb auch die Reife des Hodens mit der Reife des Ovariums zusammenfallen kann. Direkte Beobachtungen bei diesen Arten, sowie bei *D. rarum* konnte ich leider wegen der Dürftigkeit des Materiales nicht anstellen.

Pigmente.

Von seiten verschiedener Forscher wurde schon mehrmals beobachtet, dass der durchsichtige hyaline Körper der Doliolen an manchen Stellen zuweilen gefärbt ist. So berichtet Krohn bei seiner Beschreibung von *D. Mülleri*, dass der Körper zuweilen roth gefleckt ist, während der Nahrungscanal bläulich oder blassroth erscheint.*) Keferstein und Ehlers beobachteten öfters bei *D. Ehrenbergii* in der äusseren Haut über dem Gehirn einen schildförmigen, brennend gelben Pigmentfleck, der die Grösse des Hirns oft um das Dreifache übertraf.**) Nach den Angaben von Ussow findet sich nicht selten bei verschiedenen *Doliolum*-Arten ein rother Pigmentfleck, der »hinter dem Ganglion im Mantel seine Lage hat«.***) Nach Keferstein und Ehlers besteht der Pigmentfleck von *D. Ehrenbergii* aus grossen polygonalen Zellen, die mit körnigem Pigment angefüllt sind; nach Ussow sind die den Pigmentfleck zusammensetzenden Zellen rund und zusammengehäuft.

Am stärksten sind die Geschlechtsthiere von *D. Mülleri* Kr. pigmentirt. Die Pigmentflecke am Körper dieser *Doliolum*-Species haben eine ziemlich constante Anordnung. Gewöhnlich sind einige kleine rothgelbe Pigmentflecke am Rande der vorderen, sowie der hinteren Körperöffnungen vorhanden; einige andere ebensolche Flecke finden sich auch an der Kiemenlamelle. In der Cloacalhöhle zu beiden Seiten der Afteröffnung finden sich zuweilen auch sehr grosse rothgelbe Pigmentflecke. Alle diese Pigmentflecke liegen in der die Körperhöhle von innen auskleidenden Epithelialschicht. Die kleinen Pigmentflecke bestehen aus einer, höchstens aus zwei beisammen liegenden Zellen, die vollkommen mit einem intensiv rothgelben Stoffe angefüllt sind. Vom Kerne ist an solchen frischen Pigmentzellen keine Spur zu unterscheiden. In dem Inhalte der Zelle bemerkt man aber fast immer eine mehr oder weniger

*) L. c. p. 59. **) L. c. p. 61. ***) L. c. p. 44. Anmerkung.

stark ausgeprägte, unregelmässige dunklere Zeichnung, die sehr variabel ist und die ich in Fig. 9, Taf. 7 wiederzugeben den Versuch gemacht habe. An in Säuren conservirten Doliolen ist der Farbstoff immer verschwunden; bei Behandlung der Zelle mit 90%igem Alcohol verschwand das Pigment sehr bald, wobei der Kern der Zelle bemerkbar wurde und der Farbstoff feinkörnig und blass erschien (Taf. 7, Fig. 10).

Die neben dem After liegenden grossen Pigmentflecken bestehen aus einer grossen Zahl von Pigmentzellen, die unregelmässig angeordnet sind (Taf. 7, Fig. 9). Diese zwei Pigmentflecken sind bei verschiedenen Individuen von verschiedener Grösse und Form, können auch zuweilen gänzlich fehlen.

Ferner ist auch der Nahrungscanal von *D. Mülleri* beständig mehr oder weniger intensiv blau, lila oder rosa gefärbt; besonders stark ist gewöhnlich diese Färbung im Darme. Besondere geformte Farbstoffe konnte ich im Nahrungscanale nicht unterscheiden. — In sehr seltenen Fällen ist auch das hintere Ende des Hodens bei *D. Mülleri* blassgelb.

Bei *D. Ehrenbergii* habe ich niemals irgend welche Pigmente beobachtet.

Stark pigmentirt sind auch die Doliolen, die von mir mit dem Namen *D. Gegenbauri* bezeichnet sind. Eine Masse hellgelber Pigmentzellen findet sich in der Kiemenlamelle, zwischen den beiden Reihen Kiemenspalten (Taf. 7, Fig. 8); hellgelb sind auch Endostyl, hinteres Ende des Hodens und Darmcanal (sehr schwach) gefärbt.

II. Capitel.

Von der Ablage des Eies bis zur Ausbildung der vollkommen entwickelten Larve.

Nachdem das Ei zur vollkommenen Reife gelangt und von den Follikelzellen umgeben ist, wird es durch die Genitalöffnung in die Cloacalhöhle ausgestossen.

Zu dieser Zeit erscheint das Ei von *D. Mülleri* (der Species, deren Entwickelung von mir studirt wurde) von einer Reihe Follikelzellen umgeben. Diese Zellen sind ziemlich flach und liegen hart an der Oberfläche des Eies. Eine den Follikel von aussen umhüllende Membran, die der Membrana propria folliculi der höheren Thiere entspräche, konnte ich nicht auffinden.

Dass das Ei noch unbefruchtet in die Cloacalhöhle gelangt, glaube ich mit voller Bestimmtheit behaupten zu können. Das eben abgelegte Ei ist noch immer mit dem scharf begrenzten reticulären Keimbläschen versehen, was in den befruchteten Eiern niemals vorkommt.

Solche, mit einem scharf contourirten Keimbläschen versehene Eier entwickeln sich niemals weiter; höchstens dass bei ihnen eine unregelmässig verlaufende Segmentation auftritt, die aber immer mit dem Absterben des Eies endet.

Das Ei bleibt gewöhnlich nur sehr kurze Zeit in der Cloacalhöhle, da es bei den Bewegungen des Thieres schon bald vom Wasserstrome aus dem Thiere weggeschwemmt wird. Niemals gelang es mir zu beobachten, dass, wie Leuckart angiebt,*) das Ei bis zu seiner Entwickelung zum Embryo im Cloacalraume verweile. Das in das Wasser ausgestossene Ei schwimmt nicht an der Wasseroberfläche, sondern sinkt sofort auf den Grund, wo auch alle ersten Stadien der Entwickelung des Eies (bis zur Ausbildung des zur Locomotion dienenden Schwanzes der Larve) verlaufen. Dieser Umstand erschwert ungemein die Verschaffung des Materiales zum Studium der Entwickelung der Larve. Um dieses Materiales habhaft zu werden, ist es unumgänglich nothwendig, trächtige Doliolen mit solchen, bei denen der Hoden in voller Entwickelung ist, in Glasdosen zusammenzubringen und sie längere Zeit am Leben zu erhalten. Am besten lebten Doliolen, die in reines (filtrirtes) Seewasser in einer von einer Glasplatte bedeckten Glasdose gebracht waren; die Glasdose stellte ich gewöhnlich in Seewasser und liess auf die Glasplatte durch eine sehr feine Glasröhre beständig Seewasser strömen. In dieser Weise blieb das Wasser, in dem die Doliolen sich befanden, wegen der an den Glasdosenwänden stattfindenden Wasserverdunstung beständig in niedriger Temperatur, was für die Erhaltung der Doliolen und der abgelegten Eier als besonders günstig sich erwies.

Nur bei solcher Einrichtung der Gefässe, in denen die Doliolen cultivirt waren, gelang es mir, einige derselben zum Eierlegen zu bringen und einige von den abgelegten Eiern bis zur Ausbildung der Larve zu züchten. Die wenigen Eier, an denen eine solche Züchtung mir gelang, entwickelten sich ungemein rasch, so dass ich an dem dürftigen mir zu Gebote stehenden Materiale auch nicht den ganzen Entwickelungsgang zu beobachten im stande war. Deshalb kann ich im Folgenden nur einige Beiträge zur Entwickelungsgeschichte von *Doliolum* mittheilen, die aber, angesichts unserer bisher äusserst dürftigen Kenntnisse der embryonalen Entwickelung derselben, hoffentlich auch von einigem Werthe sind.

Alles, was über die Embryonalentwickelung von *Doliolum* bis jetzt bekannt ist, stammt fast ausschliesslich von Krohn, der zuerst die freischwimmende Larve beschrieb. Alle späteren Forscher haben diese im Auftriebe zu gewisser Jahreszeit ziemlich gemeine Larve wiedergefunden und wiederbeschrieben, ohne zu der Krohn'schen Schilderung viel Wesentliches hinzuzufügen. Die am meisten detaillirte Beschreibung dieser Larve liefert der neueste Beobachter von *Doliolum*, nämlich Grobben. Im Laufe der Schilderung meiner Beobachtungen werde ich mehrfach Gelegenheit haben, diese früheren Angaben zu besprechen und die von meinen Vorgängern erlangten Resultate mit den meinigen zu vergleichen.

Das ins Wasser ausgestossene Ei, das, wie oben schon erwähnt, mit einem Follikel be-

*) Leuckart, Zoologische Untersuchungen. II. Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Tunicaten. Giessen 1854. p. 51. Anmerkung 3.

kleidet ist und in dem man ein scharf contourirtes reticuläres Keimbläschen unterscheiden kann, wird befruchtet.

Dass die Befruchtung zu dieser Zeit vollzogen ist, schliesse ich aus einigen von mir beobachteten Vorgängen, die zu dieser Zeit im Ei ablaufen. An manchen Eiern beobachtete ich bald nach ihrer Ablegung eine Umbildung des Keimbläschens. Das Keimbläschen erschien bei solchen Eiern undeutlich und unregelmässig contourirt; von seinem reticulären Bau, sowie vom Keimflecke war in solchen Keimbläschen schon keine Spur zu erkennen; der ganze Inhalt des Keimbläschens war gleichmässig und sehr fein granulirt und nur wenig von dem grobkörnigeren Einhalte unterscheidbar.

In einigen Eiern, die mit einem solchen Keimbläschen versehen waren, konnte man bei guter Beleuchtung noch ein anderes, dem Rande des Eies näher liegendes, das Licht ziemlich stark brechendes, rundes Körperchen unterscheiden. In manchen Fällen war dieses Körperchen vollkommen rund, in anderen dagegen perpendiculär zur Eioberfläche etwas verlängert (Taf. 3, Fig. 2).

Diese Beobachtungen lassen trotz ihrer Unvollständigkeit, wie mir scheint, keinen Zweifel, dass die eingetretenen Umbildungen des Keimbläschens im Zusammenhange mit der Befruchtung des Eies stehen. Den kleinen stärker lichtbrechenden Körper sehe ich als den sogenannten männlichen Pronucleus an, während das umgebildete Keimbläschen als weiblicher Pronucleus betrachtet werden muss. Von den sogenannten Richtungskörpern konnte ich keine auffinden.

Nach der Befruchtung des Eies geschieht ein Zusammenziehen des Einhaltes, wobei eine deutliche structurlose feine Membran auf der Eioberfläche, unter dem Follikel zum Vorschein kommt. Ueber den Ausbildungsmodus dieser structurlosen Membran habe ich leider keine direkten Beobachtungen; trotzdem glaube ich, dass sie ein Ausscheidungsproduct der Eioberfläche ist, folglich als Membrana vitellina angesehen werden muss.

Nach dem Zusammenziehen des Einhaltes kann man keine Spur des Keimbläschens mehr im Ei auffinden; die ganze Masse des Eies erscheint als eine feinkörnige, das Licht ziemlich stark brechende Masse, die sehr blass gelblich gefärbt ist. Im Ei sieht man zu dieser Zeit ziemlich energische amöboide Bewegungen eintreten, die während der ganzen, gleich eintretenden Furchungsperiode mehr oder weniger deutlich zu beobachten sind.

Die Segmentation, wie der ganze Entwickelungsverlauf des Eies, geht ausserordentlich rasch vor sich. Um ein Beispiel der Raschheit, mit der die Vorgänge bei der Entwickelung des *Doliolum*-Eies ablaufen, zu geben, führe ich einige in mein Notizbuch eingetragene Fälle an, wo aus dem Ei eine selbständiger Bewegung schon fähige Larve sich entwickelte. Um 4½ Uhr Nachmittags wurde eine Anzahl *D. Mülleri* in einer kleinen Glasdose unter den Wasserstrom gesetzt. Am nächsten Morgen um 9 Uhr wurde schon eine aus einem der von diesen Doliolen abgelegten Eier entwickelte geschwänzte Larve in der Glasdose gefunden. Ein anderes Mal wurde ein Embryo, in welchem schon der Schwanz mit den Chorda-

zellen ganz deutlich zu unterscheiden war, ungefähr um drei Uhr Nachmittags in einer Glasdose gefunden; dieser Embryo entwickelte sich aus einem von den Eiern, die an demselben Tage früh um halb zehn Uhr untersucht und alle noch ungefurcht waren. Ein so rasch vor sich gehender Entwickelungslauf erschwert selbstverständlich in hohem Grade die Untersuchung, besonders bei der Dürftigkeit des zu Gebote stehenden Materials.

Das Zusammenziehen des Eies, das nach der Befruchtung eintritt, bewirkt, wie es scheint, die Hervorquellung einer klaren Flüssigkeit aus dem Ei, die sich unter der Dotterhaut ansammelt und sie ziemlich stark ausdehnt. In Folge einer solchen Ausdehnung der Dotterhaut wird die Continuität des Follikels unterbrochen, so dass die ihn zusammensetzenden Zellen sich von einander mehr und mehr entfernen (Taf. 3, Fig. 3 und folgende). Mit der weitern Entwickelung des Eies dehnt sich die Dotterhaut ausserordentlich stark aus.

Die Furchung des Eies ist eine vollkommen regelmässige. Nachdem das Ei seine Form mehrfach verändert hat, theilt es sich durch eine Ringfurche in zwei ganz gleiche Theile (Taf. 3, Fig. 4). Die Furche, die anfangs sehr scharf und tief war, wird nach Beendigung der Theilung wieder viel seichter, so dass die Furchungskugeln, die zuerst scharf von einander geschieden waren, wieder wie aneinander angedrückt erscheinen (Taf. 3, Fig. 5). Nach der Theilung in zwei Furchungskugeln treten wieder amöboide Bewegungen auf, die auch später vor jeder Neutheilung zu beobachten sind. Die beiden ersten Segmentationskugeln theilen sich durch eine zu der ersten perpendiculär laufende Furche in je zwei. So geht die Furchung vor sich, bis das ganze Ei in eine grosse Menge Segmentationskugeln zerfallen ist, die rings um eine ziemlich geräumige Segmentationshöhle gelagert sind (Taf. 3, Fig. 7).

Bis zu diesem Stadium ist die Entwickelung nicht schwer zu verfolgen, da die Eier in den jüngsten Entwickelungsstadien leicht zu cultiviren sind. Dagegen lassen sie sich von dem Blastosphaerastadium an nur äusserst schwer züchten. Fast regelmässig treten in diesem Stadium abnorme Vorgänge ein, die immer mit dem Absterben des Eies endigen. So theilen sich zuweilen die Zellen der Blastosphaera der Quere nach so, dass in der Segmentationshöhle mehr oder weniger freiliegende Zellen zur Beobachtung kommen, oder die Zellen der Blastosphaera theilen sich auf irgend einem Punkte sehr rasch der Länge nach; alle solche Eier sterben, wie gesagt, schon bald ab.

Es gelang mir aber in einigen wenigen Fällen, die normale Weiterentwickelung der Blastosphaera zu verfolgen und die Gastrulation derselben zu beobachten. Wie aus Taf. 3, Fig. 8 ersichtlich, ist die Einstülpung ziemlich flach und die Einstülpungsöffnung sehr gross. Leider ging die weitere Entwickelung der Gastrulae während der Nacht vor sich, so dass ich nur ein viel späteres Stadium untersuchen konnte, in welchem die Anlagen der meisten Organe schon vorhanden waren. Dieses Stadium ist in Taf. 3, Fig. 9 abgebildet.

In diesem *Doliolum*-Embryo, der in der stark ausgedehnten Membrana vitellina, auf der noch Reste der Follikelzellen zu sehen sind, bewegungslos auf dem Boden liegt, sind zwei

distincte Körpertheile zu beobachten: ein grösserer (*na*), der, wie die weitere Entwickelungsgeschichte zeigt, die Anlage des Nervensystems ist, und ein kleinerer (*ch*), in welchem grosse, unregelmässig geordnete Zellen sich unterscheiden lassen und aus welchem die Chorda sich bildet; im hinteren schmalen Ende des Embryo unterscheidet man ausserdem einen unregelmässig begrenzten Zellenhaufen (*ms*), den ich als die Anlage des Mesoderms ansehe. Von aussen ist der ganze Embryo von einem nicht dicken Ectoderm (*ec*) bekleidet.

Wie gesagt, blieben mir die zwischen der Gastrula und dem eben beschriebenen Embryo sich findenden Stadien unbekannt. Es scheint mir aber wohl möglich, sich den Weg, auf welchem der in der Fig. 9 abgebildete Embryo sich aus der Gastrula bildete, vorzustellen, besonders wenn wir das, was wir über die Entwickelung anderer Tunicaten wissen, im Auge behalten. Die Sache wird, wie mir scheint, sich ähnlich wie bei den einfachen Ascidien verhalten.

Nach den Beobachtungen von Kowalevsky und Kupffer entsteht bei den einfachen Ascidien aus dem Ei eine Blastosphaera, die sich in eine Gastrula umwandelt. Bei der Weiterentwickelung der Gastrula giebt die Dorsalwand ihres Archenterons das Material zur Bildung des Chordastranges der Ascidienlarve. Zu der Zeit, wenn der Chordastrang sich vom Archenteron abschnürt, beginnt das Ectoderm längs des sich bildenden Chordastranges sich zu einer Rinne einzufalten; durch Verwachsen der Ränder dieser Rinne entsteht das Medullarrohr, das über dem Chordastrange liegt. Bei weiterer Entwickelung der Ascidie wächst ihr Körper stark in die Länge. In dem Schwanztheile des sich bildenden Ascidienembryo findet sich das Darmrohr, auf dessen Rückenseite der Chordastrang und wiederum dorsal von Diesem das Nervenrohr liegt. In den vorderen Theil des sich bildenden Ascidienembryo geht der Chordastrang nicht über; hier liegt das Nervenrohr unmittelbar auf dem Darmrohre, die beide stark erweitert sind. Bei weiterer Entwickelung dieses Ascidienembryos bleiben die erwähnten Theile nur in seinem Vorderende unverändert, während im Schwanze das unter dem Chordastrang liegende Darmrohr zerfällt und sich theils in Blutkörperchen, theils in Muskeln umwandelt; das über dem Chordastrange liegende Nervenrohr schwindet auch mit der Zeit. Wenn diese Umbildungen im Schwanze vollzogen sind, beginnt er als Bewegungsorgan der Larve zu functioniren.

Es ist mir äusserst wahrscheinlich, dass bei *Doliolum* das Archenteron der Gastrula denselben Schicksalen unterworfen ist, wie der Hinter-(Schwanz-)theil des Archenterons der Ascidienlarve. Der Chordastrang entsteht wahrscheinlich ebenso wie bei den Ascidien aus der Rückenwand des Archenterons der Gastrula; ebenso wie im Schwanze des Ascidienembryos wird die übrig gebliebene Wand des Archenterons wahrscheinlich zum Mesoderm umgebildet. Die Nervensystemanlage des *Doliolum*-Embryos scheint nicht aus einem Nervenrohre wie bei den Ascidien gebildet zu sein; wahrscheinlich bildet sich das Nervensystem aus einer soliden Wucherung der Zellen des Ectoderms, die bei dem von mir beobachteten *Doliolum*-Embryo schon vom Ectoderm abgelöst ist.

Für die Wahrscheinlichkeit dieser meiner Vermuthungen über den Gang der Bildung

des jüngsten von mir beobachteten *Doliolum*-Embryos spricht nicht nur der Umstand, dass es schwer ist, sich irgend einen anderen, mit dem Beobachteten sich reimenden Entwickelungsmodus vorzustellen, sondern auch die relative Lage der Organanlagen in diesem Embryo: wir sehen die Chordaanlage unter der Nervensystemanlage liegen; wir sehen ferner, dass das Mesoderm auch unter der Nervensystemanlage seine Lage hat.

Das nächste von mir beobachtete Stadium ist Taf. 3, Fig. 10 abgebildet. In diesem Embryo, der noch immer bewegungsunfähig am Boden des Wasserbehälters liegt, haben sich die verschiedenen Körpertheile weit differenzirt. Man kann schon deutlich die zwei Hauptabschnitte des Körpers der späteren Larve unterscheiden, nämlich den eigentlichen Körper, der alle Organe der Larve resp. des aus ihr sich bildenden *Doliolum* enthält, und den Schwanz, der, wie bekannt, provisorischer Natur ist.

Im Vordertheile dieses *Doliolum*-Embryos sieht man wieder die mächtige Nervensystemanlage (*na*) vom Ectoderm bekleidet; die hintere Schwanzhälfte des Embryos ist im Vergleiche mit dem in Fig. 9 abgebildeten Stadium stark in die Länge gewachsen und unter der Dotterhaut in zwei Schenkel gebogen. Dieser Abschnitt des Embryokörpers besteht aus dem Ectoderm, unter welchem grosse, in eine Reihe geordnete Chordazellen liegen. Längs des ganzen Embryos verlaufen an beiden Seiten seines Körpers Zellenplatten, die ich als Mesodermplatten ansehe (*mes*). Am vorderen Körperende macht das Ectoderm eine kleine Auftreibung (*vb*), die in den nächsten Stadien stark wächst, bald aber wieder ohne jegliche Spur verschwindet. Im Schwanztheile des Embryos scheint das Mesoderm sich schon zu dieser Zeit in Muskeln umzuwandeln, da ich an ihm sehr schwache Zuckungen unterscheiden konnte.

Dass die nach dem lebendigen Embryo gemachte Schilderung seines Baues richtig ist, beweist der in Taf. 6, Fig. 1 abgebildete Querschnitt durch den Vordertheil seines Körpers. Der grösste Theil des Schnittes wird von der Nervensystemanlage eingenommen, auf deren beiden Seiten unter dem Ectoderm die zwei Mesodermplatten liegen.

Die Fig. 1 der Taf. 4 stellt ein noch weiter entwickeltes Stadium dar. Der unbewegliche Embryo hat sich schon in eine zur Fortbewegung fähige *Doliolum*-Larve umgebildet. Die Bewegungen dieser sehr jungen Larve sind noch höchst schwach und unbeholfen; sie kann aber eine Strecke weit vom Boden wegschwimmen. Im Auftriebe trifft man niemals dieses noch das in Fig. 3, Taf. 4 abgebildete Stadium.

In der in Fig. 1 abgebildeten Larve sind schon Anlagen fast aller Organe der ausgewachsenen *Doliolum*-Larve vorhanden. Die Membrana vitellina ist ausserordentlich stark in die Länge gezogen. Der Körper der Larve ist in zwei scharf voneinander gesonderte Theile getrennt: den Vordertheil (Taf. 4, Fig. 2), der die Nervenanlage (*na*) und die zwei an ihren Seiten liegenden Mesodermplatten enthält, und den hinteren Schwanztheil mit dem Chordastrange. Diese beiden Haupttheile des Larvenkörpers sind durch eine starke blasenförmige Auftreibung des Ectoderms von einander getrennt (*swb*). Die vordere Auftreibung des Ectoderms (*vb*), deren

Anlage schon in dem früher besprochenen Stadium deutlich zu sehen war, hat ihre grösste Entwickelung erreicht. An der Bauchseite des Vordertheils des Körpers der Larve hat sich eine Einstülpung des Ectoderms angelegt (*en*), die unter die Nervensystemanlage hineinwächst und aus der die Pharyngealhöhle des *Doliolum* und der Ernährungstractus sich später ausbildet.

Vergleichen wir diese eben besprochene Larve mit dem früher erwähnten Embryo (Taf. 3, Fig. 10), so ergiebt sich, dass der Hauptunterschied der beiden Stadien in dem Vorhandensein der grossen mittleren Ectodermblase (*swb*) beim späteren Stadium besteht, die den Vordertheil des Körpers vom Hinter- (Schwanz-) theile scheidet. Wir sehen auch, dass die in dem Embryo längs des ganzen Körpers an seinen Seiten verlaufenden Mesodermplatten bei der jungen Larve in der Mitte des Körpers durch die Ectodermblase in einen vorderen und hinteren Theil getrennt sind; wir sehen weiter, dass die Mesodermplatten, während sie im vorderen Körpertheile noch als undifferenzirtes Material verharren, im Schwanztheile sich zum grössten Theile zu Muskelplatten umgebildet haben. Der vom Aufbaue der Schwanzmuskeln übrig gebliebene Theil der Schwanzmesodermplatten umhüllt den Vordertheil (*mes*^{II}) der Chorda, die in die mittlere Ectodermblase (*swb*) frei hineinragt.

Ein etwas weiter entwickeltes Stadium dieser Larve ist in Taf. 4, Fig. 3 abgebildet. An dieser Larve sieht man, dass die mittlere Ectodermblase (*swb*) stark an Grösse zugenommen hat, während die vordere Ectodermauftreibung (*vb*) viel kleiner geworden ist. Die zur Pharyngealhöhle sich umbildende Ectodermeinstülpung (*en*) hat auch etwas zugenommen. In allen übrigen Theilen sind keine Veränderungen eingetreten. Die Membrana vitellina hat sich noch stärker ausgedehnt; auf ihrer Oberfläche bemerkt man zuweilen noch Reste der Follicularzellen, die gelblich gefärbt und geschrumpft erscheinen, und in denen ich vergebens nach einem Kerne suchte. Mit Carmin und anderen Färbemitteln tingiren sich diese Follicularzellen nur äusserst schwer.

Vom Vorderende des Körpers der in Taf. 4, Fig. 3 abgebildeten Larve gelang es mir auch einige Schnitte anzufertigen; einer von diesen Schnitten ist in Taf. 6, Fig. 2 abgebildet. Auf demselben sieht man die sehr stark entwickelte Nervensystemanlage (*na*), an deren Seiten die Mesodermplatten (*mes*) und unter denen die Pharyngealhöhleneinstülpung (*en*) liegt; alles dies ist vom Ectoderm (*ek*) überzogen.

Bei weiterer Entwickelung treten im Schwanztheile der Larve die ersten Umbildungen ein. Das vom Aufbaue der Schwanzmuskelplatten übrig gebliebene undifferenzirte Mesoderm, das den Vordertheil der Chorda umhüllt (*mes*^{II}), zerfällt bald in zwei grosse Mesodermzellenhaufen (Taf. 4, Fig. 4 und 7 *β H*). Diese zwei Mesodermhaufen bestehen aus lauter amöboiden Zellen, die schon bald vom Haufen wegzuwandern beginnen und als freie Zellen, welche fingerförmige Pseudopodien aussenden, in der Mittelectodermblase zu beobachten sind. Das sind die ersten Blutzellen des sich bildenden *Doliolum*.

Vom Hintertheile der Mesodermplatten der vorderen, vor der Mittelblase gelegenen Körperhälfte (*mes*^{I}) wandern etwas später auch amöboide Zellen ab, die ebenfalls in der

Mittelblase (*swb*) eine Zeitlang verweilen; diese wandernden Zellen, die vom Mesoderm abstammen, werden auch zu Blutkörperchen.

Die zur Bildung der Blutkörperchen nicht verbrauchten Theile der Mesodermplatten des vor der Mittelblase liegenden Körpertheiles der Larve beginnen nach der Bauchseite hin zu wachsen, bis sie verschmelzen. Auf Querschnitten, die von einer etwas weiter als die in Taf. 4, Fig. 3 abgebildete entwickelten Larve genommen sind (Taf. 6, Fig. 3), sieht man, dass die Mesodermplatten an der Bauchseite der Larve sehr stark gewachsen und verschmolzen sind. Die zur Pharyngealhöhle von *Doliolum* sich ausbildende Ectodermeinstülpung (*en*), die früher unmittelbar das Ectoderm berührte, ist bei dieser Larve vom Ectoderm durch eine mächtige Mesodermschicht getrennt. Wie auf demselben Schnitte zu sehen ist, beginnt schon an der Bauchwand der Pharyngealhöhle (*en*) eine Längsfurche (*E*) sich zu bilden, die sich später in die Schleimdrüse umwandelt.

Wie die weitere Entwickelung zeigt, bilden sich aus der Nervensystemanlage der Nervenknoten, der unter ihm liegende subganglionäre Körper mit der mit ihm in Zusammenhang stehenden Flimmergrube, sowie der hintere unpaare Nerv, der zu der Kiemenlamelle geht. Von der unter der Nervensystemanlage liegenden Ectodermeinstülpung (*en*) entwickelt sich, wie bereits bekannt, die Pharyngealhöhle mit dem Darmcanale. Die Mesodermplatten geben endlich das Material nicht nur zur Bildung der Blutkörperchen, sondern auch zum Aufbau der Muskeln der *Doliolum*-Amme und des Herzens mit seinem Pericardium. Ausserdem bildet sich aus Ectoderm, Entoderm (Pharyngealhöhle) und Mesoderm der Stolo prolifer der Amme, der bis in die letzte Zeit als »rosettenförmiges Organ« bekannt war. Zur Schilderung des Entwickelungsganges aller dieser Organe gehe ich jetzt über. Ich beginne mit den Organen, die aus der Nervensystemanlage sich ausbilden.

Bei dem jüngsten von mir beobachteten *Doliolum*-Embryo war, wie gesagt, die Nervensystemanlage schon vorhanden. Sie hat die Form eines sehr mächtigen Zellenstranges, der fast die ganze vordere Körperhälfte des Embryos ausfüllt.

An Querschnitten, die aus dieser Nervensystemanlage genommen waren (Taf. 6, Fig. 1—3), ist es nicht schwer sich davon zu überzeugen, dass sie ein compacter Zellenstrang ist, in dem keine Höhle sich findet. Am Hinterende schien mir dieser Zellenstrang ohne irgend welche Verjüngung abgerundet zu enden. In solchem Zustande bleibt die Nervensystemanlage ziemlich lange unverändert.

Mit dem Wachsthum der Larve, nämlich dann, wenn die mittlere Ectodermblase (*swb*), die den vorderen Körpertheil der Larve vom hinteren, Schwanztheile, trennt, eine schon ziemlich starke Ausbildung erreicht hat, bemerkt man die erste eintretende Veränderung in der Nervensystemanlage. In ihrer Vorderhälfte sieht man eine sich bildende innere Höhle, deren Bildung gleichzeitig mit einer merklichen Verjüngung dieser Hälfte vor sich geht. Die sich bildende Höhle der Nervensystemanlage ist unregelmässig begrenzt und lässt sich am besten an frischen Larven beobachten. Gelungene Schnitte von diesem Theile der Nervensystemanlage konnte ich, ungeachtet der angewandten Mühe, nicht erhalten.

Etwas später als diese Umbildungen treten solche auch in dem hinteren Theile der Nervensystemanlage ein; hier geht die Verjüngung derselben noch viel energischer als in ihrem Vordertheile vor sich; in Folge dieser Umbildungen behält nur der Mitteltheil der Nervensystemanlage seine ursprüngliche Dicke bei, während sie an ihren beiden Enden, besonders aber in ihrem Hintertheile stark verjüngt erscheint (Taf. 6, Fig. 14). An der Nervensystemanlage sind zu dieser Zeit drei scharf voneinander abgegrenzte Theile zu unterscheiden: der dicke mittlere Theil, aus dem der Nervenknoten und der subganglionäre Körper sich ausbildet, ein vorderer etwas verjüngter und hohler Theil, der zur Flimmergrube und zu dem in den subganglionären Körper führenden Canal sich umwandelt, und endlich ein hinterer, sehr stark verjüngter Theil, der später zum Nervus branchialis wird.

Die Höhle des vorderen, zur Flimmergrube sich umbildenden Theiles der Nervensystemanlage ist zuerst unansehnlich, verlängert sich aber rasch nach hinten, bis sie endlich bis an den mittleren dicken Theil gelangt und hier in der Unterhälfte dieses Theiles der Nervensystemanlage blind und etwas erweitert endet. Die zuerst nach vorn auch blind endigende Höhle öffnet sich bald in die sich bildende Pharyngealhöhle. Diese Vereinigung der zwei übereinander liegenden Höhlen (der Flimmergrube und der Pharyngealhöhle) entsteht wahrscheinlich durch Resorption der sie scheidenden Wände.

Der hintere, am meisten verjüngte Theil der Nervensystemanlage, der zum Nervus branchialis sich umbildet, ist zuerst direct nach hinten gerichtet; bald aber wird er von der an der Rückenseite der Larve sich anlegenden Ectodermeinstülpung, die zur Cloacalhöhle wird, nach unten ins Innere des Körpers der Larve verdrängt (Taf. 6, Fig. 14).

Was die übrigen aus dem Gehirne ihren Ursprung nehmenden Nerven betrifft, so bilden sie sich verhältnissmässig sehr spät. Diese Nerven in Form von dicken, wenig verästelten Strängen konnte ich erst an solchen Larven constatiren, bei denen schon die Bildung der Kiemenspalten in der Kiemenlamelle begann. Bei solchen Larven waren auch schon Sinneszellengruppen unterscheidbar. Ueber die Entwickelung der Sinneszellen und anderer Sinnesorgane der *Doliolum*-Amme werde ich gleich unten bei Besprechung des Ectoderms der Larve berichten.

Bei den jüngsten von mir beobachteten *Doliolum*-Larven bestand das Ectoderm aus ziemlich hohen cubischen Zellen, in deren jeder sich ein runder Kern mit Kernkörperchen umgeben von feinkörnigem Plasma befindet (Taf. 1, Fig. 1, 2). Wenn man das Ectoderm solcher Larven von der Oberfläche beobachtet (Fig. 1), so sieht man, dass das um den Kern angehäufte feinkörnige Plasma sehr feine Ausläufer zur Peripherie der Zelle absendet und dass zwischen diesen Ausläufern eine geringe Menge einer klaren, aller Formelemente entbehrenden Flüssigkeit angesammelt ist. Mit dem Wachsthume der Larve platten sich allmählich die Zellen des Ectoderms ab und werden dabei entsprechend grösser. Die klare Flüssigkeit der Zelle — der Zellsaft — scheint an Quantität zuzunehmen und das Plasmanetz sich zu vergrössern (Taf. 1, Fig. 3).

Während des Wachsthums der Larve scheinen die Zellen des Ectoderms einer regen Theilung unterworfen zu sein; ich schliesse das aus dem Umstande, dass in einer Plasmaanhäufung öfters zwei nahe aneinander liegende Kerne zu sehen sind (Taf. 1, Fig. 4, z^{I}), dass auch solche Zellen manchmal vorkommen, deren Plasma durch eine breite Plasmabrücke mit dem Plasma einer Nachbarzelle verbunden ist (Taf. 1, Fig. 4 z^{II}). Einige Schnitte, die durch das Ectoderm geführt waren (Taf. 1, Fig. 2), schienen mir auch auf eine Quertheilung der Ectodermzellen zu deuten. Trotzdem dieser Schnitt ziemlich perpendiculär zur Längsachse der Larve geführt zu sein scheint, bleibt doch immer die Möglichkeit, dass die kleineren, nach aussen liegenden Zellen nichts anderes als die äusseren Enden der Nachbarzellen sind.

Eine ganz eigenthümliche Structur zeigen die Zellen der Ectodermblase, die, wie das zu erwarten war, besonders flach und gross sind. Diese Zellen (Taf. 1, Fig. 5) sind grösstentheils mit einem etwas verlängerten, bohnenförmigen, zuweilen aber vollkommen runden Kerne versehen, der von einer Plasmaanhäufung umgeben ist. Der Kern liegt immer excentrisch. Das Netz, das von dieser Plasmaanhäufung abgeht, zerfällt immer in zwei scharf von einander distincte Zonen, von denen die eine kleinmaschig ist und aus groben Fäden besteht, während die andere, peripherische weitmaschig und aus ausserordentlich feinen Plasmazügen zusammengesetzt ist; die Grenzen dieser enormen Zellen sind ausserordentlich schwer und nur bei Anwendung geeigneter Reagentien zu unterscheiden.

Die Sinneszellen entwickeln sich, wie gesagt, ziemlich spät, wahrscheinlich erst zur Zeit der Entwickelung des peripherischen Nervensystems.*) Anfangs sind sie nur schwer von den übrigen Ectodermzellen zu unterscheiden. Es kann auch kein Zweifel darüber sein, dass sie sich aus den Ectodermzellen differenziren.

In Taf. 7, Fig. 1 sind einige solche junge Sinneszellen abgebildet. Von den einfachen Ectodermzellen unterscheiden sie sich nur dadurch, dass ihr sehr feinkörniges Plasma in viel grösserer Menge vorhanden ist, während vom Zellsafte nur sehr wenig zugegen ist. Der letztere, der, wie erwähnt, schon in den jüngsten Ectodermzellen in ziemlich grosser Menge vorhanden ist, mit dem Alter der Zelle an Quantität noch stark zunimmt, füllt in den Sinneszellen nur einige kleine Vacuolen, die mit dem Alter gewöhnlich zu einer etwas grösseren zusammenfliessen. Vom Plasmanetze ist in der Sinneszelle niemals etwas zu beobachten. Der Kern, der in den jungen Sinneszellen ziemlich schwer zu beobachten ist, hat meistentheils die mehr oder weniger stark ausgeprägte Hufeisenform. Die jungen Sinneszellen ragen nicht, wie die älteren, aus der Epidermisoberfläche nach aussen hervor; auch konnte ich bei ihnen keine Sinnesfäden auffinden.

Aus Ectodermzellen wird auch ein anderes Sinnesorgan der *Doliolum*-Amme gebildet,

*) Die Entwickelung der Sinneszellen, die in drei mächtigen Gruppen an der Basis des dorsalen Auswuchses der Amme ihre Lage haben, habe ich leider nicht verfolgt; sie scheinen sich viel später als die an andern Theilen des Ammenkörpers sich findenden Sinneszellen zu entwickeln.

nämlich das von Gegenbaur entdeckte unpaare Gehörorgan, das, wie bekannt, an der linken Körperseite der Amme liegt.*) Das Gehörorgan entwickelt sich sehr spät, nämlich dann, wenn bei der Larve schon alle Muskelreifen vollkommen differenzirt sind. Es entwickelt sich aus einem Haufen von Sinneszellen, der an der linken Seite des Körpers in dem dritten Intermuscularraume liegt und dem ein anderer auf der anderen Seite des *Doliolum*-Körpers liegender entspricht. Die zum Gehörorgan sich umbildenden Sinneszellen sind anfangs vollkommen den anderen Sinneszellen ähnlich; Umbildungen dieser Zellen treten erst dann ein, wenn bei der Larve das Herz schon gebildet ist.

Zuerst erhebt sich eine dieser Zellen stark über die Epidermisoberfläche; sie wird von den Nachbarzellen so zu sagen herausgedrängt (Taf. 6, Fig. 10 und 11). Diese Zelle beginnt dann auf ihrer freien Fläche eine glashelle, structurlose, stark lichtbrechende Substanz auszuscheiden; Letztere umgiebt bald die ganze Zelle mit einer immer an Dicke zunehmenden Hülle. Während des Wachthums derselben wird die sie ausscheidende Zelle immer kleiner, bis sie endlich im Innern des Otolithes zu einigen unansehnlichen, noch lange unterscheidbaren Resten reducirt wird (Taf. 6, Fig. 12). In die zur Körperoberfläche gewendete Seite des Otolithen tritt, wie bekannt, der Nervenzweig ein, der früher die den Otolith bildende Sinneszelle versorgte (Taf. 6, Fig. 10—12).

Die anderen, neben der Zelle, aus der der Otolith gebildet ist, liegenden Sinneszellen — gewöhnlich sind es deren zwei — bleiben vollkommen unverändert und liegen unter dem Otolithen. Diese Sinneszellen bewahren während des ganzen Lebens der *Doliolum*-Amme ihren embryonalen Character, sie erhalten nämlich niemals einen Sinnesfaden. Der ganze Apparat liegt in einer flachen Grube der Epidermis. Die Zellen der Epidermis nehmen schon bald am Rande dieser Grube eine ganz eigenthümliche Structur an; sie werden nämlich lang, spindelförmig (Taf. 6, Fig. 9). Ihr Inhalt besteht aus ziemlich grobkörnigem Plasma, in dem man vermittelst Reagentien verlängerte Kerne sehen kann. Diese Zellen ordnen sich gewöhnlich in mehrere Reihen am Rande der Grube; die, welche näher der Peripherie der Grube liegen, sind die schmalsten, während die näher dem Centrum gelagerten allmählich an Breite gewinnen. Im Centrum der Grube befinden sich, wie gesagt, die zwei Sinneszellen, über welchen der Otolith seine Lage hat. Die beiden Sinneszellen ebenso wie der Otolith erhalten je einen feinen Nervenzweig. Das ganze Organ ist bei der Larve nur durch den Mantel (Cuticularschicht) von dem umgebenden Wasser geschieden. Beim ausgewachsenen *D. Mülleri* konnte ich aber eine sehr feine structurlose Membran beobachten, die den ganzen Apparat überdeckt (Taf. 1, Fig. 11).

Keferstein und Ehlers und neuerlich Grobben berichten, dass das Gehörorgan der *Doliolum*-Amme bei der Larve offen liege und mit der Ausbildung der *Doliolum*-Amme

*) Wie schon von Grobben hervorgehoben wurde, ist Ussow der Einzige, der das Gehörorgan der *Doliolum*-Amme als paarig darstellt (l. c. p. 48—49, Taf. 3, Fig. 20). In einer vorläufigen Mittheilung über die Organisation der Tunicaten (Arch. f. Naturgesch. 1874. Bd. 41. Heft I, p. 8. Schriften der Gesellsch. der Naturforscher in St. Petersb. V. 1. p. XXVIII) spricht übrigens Ussow nur von einem Gehörbläschen bei *Doliolum*.

unter die Epidermisschicht in eine kapselförmige Einstülpung derselben gerathe. Für *D. Mülleri* ist diese Angabe entschieden falsch: bei dieser Art kommt niemals eine Epidermiseinstülpung vor, und der Otolith liegt zeitlebens auf der Oberfläche der Epidermis in einer kleinen napfförmigen Vertiefung. Eine unter der Epidermis liegende Gehörblase beobachtete ich aber bei *D. Ehrenbergii* und *Gegenbauri* (Taf. 1, Fig. 12). Obgleich ich die Entwickelung dieser Species nicht eingehend studirt habe, glaube ich doch bestimmt behaupten zu dürfen, dass dieses Gehörbläschen durch Einstülpung der Epidermis gebildet ist; der beste Beweis dafür findet sich in dem Umstande, dass dieses Bläschen zeitlebens nach aussen durch die Invaginationsöffnung geöffnet bleibt (Taf. 1, Fig. 12 *Σ*).

Aus der Epidermis der Larve bildet sich an ihrer Dorsalseite neben dem Rande der Cloakenöffnung der cylindrische, dorsale Körperauswuchs, der von allen früheren Autoren für einen dorsalen Stolo prolifer der Amme gehalten wurde und der, wie weiter unten gezeigt wird, als Homologon der sogenannten »Mantelgefässe« der einfachen Ascidien angesehen werden muss. Dieser dorsale Auswuchs der *Doliolum*-Amme wird zu der Zeit angelegt, wo die Metamorphose der *Doliolum*-Larve in die Amme beginnt. Die Entwickelung der an der Basis dieses Auswuchses liegenden Sinneszellen habe ich, wie schon erwähnt, nicht verfolgt.

Die Verdauungsorgane der *Doliolum*-Amme fangen ziemlich spät an sich zu bilden, nämlich zu der Zeit, wenn beim *Doliolum*-Embryo der Larvenschwanz schon zu functioniren beginnt, zu der Zeit folglich, wenn der Embryo sich in eine Larve umbildet. Der ganze Verdauungstractus wird aus einer Ectodermeinstülpung gebildet. In den auf Taf. 3, Fig. 9 u. 10 abgebildeten Stadien besitzt der *Doliolum*-Embryo noch keine Anlage der Verdauungsorgane.

In den frühesten Stadien der Entwickelung ist der Verdauungstractus, wie aus der Taf. 4, Fig. 1—3 und aus der Taf. 6, Fig. 2 zu sehen ist, eine einfache Ectodermeinstülpung, die rasch unter der Nervensystemanlage nach innen wächst und deren Wände aus lauter einander ähnlichen, ziemlich hohen Zellen zusammengesetzt sind. Bald aber bemerkt man ziemlich wichtige Umänderungen im Bau dieser Einstülpung. Zu der Zeit, wenn an der Nervensystemanlage schon das Ganglion mit der Flimmergrube und dem Nervus branchialis sich zu entwickeln begonnen hat, stellt sich, wie oben bereits erwähnt wurde, ein Zusammenhang zwischen der sich bildenden Pharyngealhöhle und der Flimmergrubenhöhle her. In der Bauchwand der Pharyngealhöhle beginnt auch zu dieser Zeit sich eine Längsrinne zu bilden (Taf. 6, Fig. 3). Diese Rinne, die sich später zur Schleimdrüsenrinne ausbildet, ist zu dieser Zeit von Zellen umgrenzt, die denen der Pharyngealhöhlenwand vollkommen ähnlich sind. Einen solchen einfachen Bau scheint die Schleimdrüse noch so lange zu behalten, bis die Larve sich in die Amme umzuwandeln beginnt. Dann, wenn nach der Abstreifung der die Larve umhüllenden Dotterhaut die Verdauungsorgane zu functioniren beginnen, tritt nur in der Schleimdrüse eine Differenzirung der sie bildenden Zellen ein, indem einige von diesen Zellen die Schleimsecretion auf sich nehmen, während andere die Entfernung des Secretes vermittelst Cilien besorgen. Zu derselben Zeit scheinen auch die Wimperbögen sich zu differenziren.

Noch lange bevor die Pharyngealhöhle ihren definitiven Bau erhalten hat, lange folglich vor der Zeit, wo die Larve zur Amme sich umbildet, wird der übrige Verdauungstractus (Oesophagus, Magen und Darm) angelegt. Alle diese Theile des Verdauungscanales bilden sich aus einer soliden zelligen Auftreibung des unteren Theiles der Hinterwand der Pharyngealhöhle. Mit dem Wachsthume dieses Zellenzapfens unterscheidet man in ihm eine sich bildende Höhle, die später zur Magenhöhle wird, und von der als Divertikel die Oesophagus- sowie die Darmhöhle sich entwickeln. Zur Zeit der Reduction des Larvenschwanzes ist der ganze Darmcanal immer schon am Ende seiner Entwickelung angelangt.

Das röhrenförmige Organ, das gleich unter dem Magen mündet und beim ausgewachsenen Thiere auf der Darmoberfläche sich verzweigt, entwickelt sich erst vor der Reduction des Larvenschwanzes. Wie auch für andere Tunicaten nachgewiesen wurde, entwickelt sich dieses räthselhafte Organ aus einer einfachen engen Ausstülpung der Darmwand (Taf. 5, Fig. 4). Die Zellen dieser Ausstülpung sind denen der Darmwand vollkommen ähnlich. Nur viel später, wenn das röhrenförmige Organ schon weit entwickelt ist und seine Verzweigungen schon den Enddarm umspinnen, platten sich diese Zellen zu einem äusserst flachen Epithel ab.

Die Cloacalhöhle, in die der Darmcanal vermittelst der Analöffnung mündet, wird viel später als die Pharyngealhöhle angelegt. Die Ectodermeinstülpung, die zur Bildung der Cloacalhöhle dient, legt sich erst dann an, wenn in dem an der Hinterwand der Pharyngealhöhle sich findenden Zellenzapfen (aus welchem Oesophagus, Magen und Darm sich bilden) eine Höhle sich schon ausgebildet hat. Die Cloacalhöhle, die an der Hinterseite des *Doliolum*-Körpers, oberhalb der Anheftungsstelle der Ectodermschwanzblase an denselben sich anlegt, wächst rasch ins Innere des *Doliolum*-Körpers hinein und schiebt, wie oben schon erwähnt wurde, den hinteren, dünneren Theil des Nervensystems nach der Bauchseite des Thieres. Zu der Zeit, wo die Ectodermschwanzblase der Larve ihre grösste Entwickelung erlangt hat, legen sich die Böden der Cloacal- und Pharyngealhöhlen aneinander. Etwas später, vor der Rückbildung des Larvenschwanzes, stellt sich durch Bildung der Kiemenspalten eine Communication der zwei Höhlen her.

Ueber die Bildung der Kiemenspalten habe ich nur sehr wenig zu berichten, nämlich dass, wie ich glaube, nicht alle vier Kiemenspaltenpaare gleichzeitig entstehen; es schien mir, dass die vier Kiemenspalten, die näher dem Rücken der Larve liegen, immer früher angelegt werden als die vier andern, die im unteren Theile der Kiemenlamelle ihre Lage haben. Die Kiemenspalten erscheinen anfangs als ganz kleine runde Löcher, die die beiden aneinander liegenden Wände der Cloacal- und Pharyngealhöhle durchbohren. Erst später wachsen sie stark in der Richtung der Querachse des Thieres.

Die Wände der Cloacal- sowie der Pharyngealhöhle nehmen einen grossen Antheil an der Bildung des Stolo prolifer der *Doliolum*-Amme. Da aber an dem Aufbaue des Stolo prolifer auch andere Gewebe — nämlich Mesoderm und Ectoderm — theilnehmen, so verschiebe ich die Schilderung der Entwickelung dieses Organes bis an das Ende dieses Capitels und gehe

jetzt zur Besprechung der Entwickelung der Organe über, die aus den Mesodermplatten sich bilden.

Wie früher schon gelegentlich erwähnt wurde, bilden sich aus den längs des ganzen Körpers des *Doliolum*-Embryo (Taf. 3, Fig. 10) verlaufenden zwei seitlichen Mesodermplatten zuerst die Schwanzmuskeln. Diese sind in zwei Muskelplatten geordnet, die an beiden Seiten des Chordastranges liegen, und bestehen aus kurzen, spindelförmigen, an den Enden stark zugespitzten Zellen, mit grossen runden Kernen und einer schrägen Streifung in ihrer Corticalschicht. Diese Zellen sind, wie aus Taf. 7, Fig. 3 zu sehen ist, ineinander eingekeilt.

Nachdem durch Ansammeln einer klaren Flüssigkeit vor dem Vorderende der Chorda die Epidermis der Larve zu einer Blase stark ausgedehnt ist, theilen sich in Folge dieser localen Ausdehnung die Mesodermplatten in zwei distincte, voneinander vollkommen geschiedene Partien — eine vordere und eine hintere (Schwanz-) Partie (Taf. 4, Fig. 1). Ein grosser Theil des Schwanzmesoderms wurde, wie gesagt, zur Bildung der Schwanzmuskelplatten verbraucht; das übrig gebliebene undifferenzirte Mesoderm, welches das Vorderende der Chorda umhüllt, zerfällt, wie auch bereits erwähnt wurde, in amöboide Blutzellen. Von dem Hintertheile der vor der Schwanzblase liegenden Mesodermplatten bilden sich auch Blutkörperchen. Aus dem grössten Theile der Mesodermplatten des vorderen Körpertheiles der Larve entwickeln sich die Muskelreifen der *Doliolum*-Amme, sowie das Herz mit dem Pericardium. Ein Theil dieser Mesodermplatten dient auch zum Aufbau des Stolo prolifer der Amme.

Oben habe ich schon gesagt, dass die zuerst an den Seiten der Larve gesondert liegenden Mesodermplatten (Taf. 6, Fig. 1, 2) stark nach der Bauchseite des Embryokörpers wachsen und hier verschmelzen (Taf. 6, Fig. 3). Von der mächtigen Mesodermschicht, die unter der sich bildenden Pharyngealhöhle liegt, schnüren sich zur Zeit der Anlage der Cloacalhöhle zwei Mesodermzellenhaufen ab. Einer von diesen Zellenhaufen liegt an der Bauchseite der Larve, dicht unter der Epidermisschicht, während der andere etwas höher, neben der Darmcanalanlage seine Lage hat (Taf. 6, Fig. 13). Der ersterwähnte Zellenhaufen wird bei der Bildung des Stolo prolifer verbraucht, während aus dem anderen höher liegenden das Herz mit dem Pericardium sich entwickelt. Das ganze übrige Mesoderm dient zur Bildung der Muskelreifen der Amme.

Nach der Abschnürung der eben erwähnten zwei Mesodermzellenhaufen, die zur Bildung des Stolo prolifer und des Herzens verbraucht werden, wächst das Mesoderm auch nach der Rückenseite der Larve, so dass es bald das Entoderm von allen Seiten umgiebt. Zu dieser Zeit fangen die Muskelreifen an sich zu bilden. Sie differenziren sich früher an den Seiten des Larvenkörpers als auf Rücken und Bauch; es bilden sich deshalb an den Seiten der *Doliolum*-Larve fensterförmige Oeffnungen im Mesoderm, deren Lage übrigens nicht constant zu sein scheint. An der Dorsalseite der Larve differenziren sich die Muskelreifen früher als an der Ventralseite.

Was die Frage anlangt, welche von den neun bei der *Doliolum*-Amme vorkommenden Muskelreifen zuerst und welche später sich differenziren, und ob in diesem Differenzirungsvorgange irgend welche Constanz sich findet, so erlauben mir die über diese Punkte angestellten Beobachtungen nur eine sehr wenig genügende Antwort zu geben. Die an den beiden Leibesöffnungen sich findenden Muskelreifen differenziren sich immer zuerst. Von den übrigen sieben Muskelreifen bilden sich die zwei hinteren (siebenter und achter) immer früher als die übrigen; was endlich die fünf letzten Muskelreifen anlangt, so sondert sich das sie bildende Mesoderm gewöhnlich in drei noch lange an der Bauchseite verschmolzene Muskelreifen, die ausserdem oft auch durch unregelmässige Querbrücken auf den Seiten der Larve untereinander verbunden sind. Die beiden übrigen Muskelreifen scheinen sich noch später von den gewöhnlich breiteren zwei vorderen Muskelplatten der zuletzt erwähnten Gruppe abzuspalten. Die Musculatur einer jungen Larve (mit sieben Muskelreifen) ist ganz naturtreu von Grobben in seiner Fig. 23 (Taf. 4) abgebildet.

Die Muskelreifen bestehen auch bei der Larve aus einer Schicht Muskelzellen, die sich von den oben beschriebenen des ausgebildeten Thieres nur dadurch unterscheiden, dass sie viel kürzer und dicker sind, keine Körner im Plasma an beiden Enden des stäbchenförmigen Kernes besitzen und endlich der feinen Schrägstreifung, die bei den Muskelzellen des ausgebildeten *Doliolum* scharf hervortritt, wie es scheint, vollkommen entbehren (Taf. 1, Fig. 10).

Ich gehe jetzt zur Schilderung der Entwickelung des Herzens und seines Pericardiums über.

Ueber die Entwickelung des Herzens finden sich nur einige Angaben in der Arbeit von Grobben. Auf der Taf. 4 seiner Abhandlung ist in der Fig. 22 der sich bei einer Larve von *D. Mülleri* bildende Stolo prolifer mit den ihn umgebenden Organen abgebildet. Unter diesen Organen ist auch das Larvenherz mit Pericardium abgebildet. Diese Zeichnung, die, was das Herz anlangt, im Texte nicht näher besprochen ist, stellt das Herz mit Pericardium als aus zwei unter sich nicht zusammenhängenden Theilen bestehend dar. Der eine Theil, der aus vier grossen Zellen zu bestehen scheint, ist in der Tafelerklärung als »dorsale Wand des Pericardiums« bezeichnet; unter den vier Zellen des Pericardiums sind zwei ebenfalls grosse Zellen gelagert, die als »Herz« bezeichnet sind. Im anderen Theile, der unter dem eben erwähnten liegt, sind viele in eine Reihe geordnete Zellen gezeichnet; diese grossen Zellen sind auch als »Herz« bezeichnet, während die unter diesen grossen Zellen liegenden, auch in eine Reihe geordneten kleinen, sehr abgeflachten Zellen als »untere Pericardialwand« benannt sind.

Nach dieser Zeichnung zu urtheilen scheint es, dass Grobben sich das Herz sowie das Pericardium aus zwei distincten Zellenhaufen gebildet denkt. Aus jedem Zellenhaufen soll sich ein Theil des Herzens, sowie ein Theil des Pericardiums entwickeln; diese beiden Hälften des Herzens mit dem Pericardium sollen anfangs von einander getrennt sein und erst später miteinander zusammenwachsen. Anders kann ich die in Rede stehende Figur nicht verstehen.

Das, was ich beobachtet habe, stimmt zu diesen Grobben'schen Angaben nicht. Wie

schon oben angedeutet wurde, entwickelt sich das Herz mit seinem Pericardium aus einem einzigen Mesodermzellenhaufen, der in einem früheren Larvenstadium von den Mesodermplatten sich abschnürt und neben der Darmcanalanlage im Larvenkörper liegt.

In dem anfangs soliden Zellenhaufen der Herzanlage fängt schon bald eine Höhle an sich zu bilden (Taf. 6, Fig. 13), die schnell an Umfang zunimmt. Der Zellenhaufen bildet sich allmählich zu einer Blase um, die das Material für das Pericardium, sowie für das Herz giebt. Nach der Ausbildung der Blase fängt an ihrer Dorsalseite eine Einstülpung an sich zu bilden; als Resultat derselben entstehen aus der primitiven Mesodermblase der Herzanlage zwei kleinere Blasen, die ineinander gelagert sind und miteinander in Verbindung stehen (Taf. 6, Fig. 15); die äussere grössere Blase, die aus kleineren abgeflachten Zellen zusammengesetzt ist, wird zum Pericardium, während die innere kleinere Blase, die aus grösseren und höheren Zellen besteht, zum Herzschlauch sich umwandelt.

Weiter gelang es mir leider nicht, die Bildung des Herzens und seines Pericardiums zu verfolgen. Bei der Larve, deren Muskelreifen noch nicht vollkommen differenzirt sind, findet man gewöhnlich schon das Pericardium ebenso wie das Herz ausgebildet. An der Dorsalwand des Pericardiums bemerkt man gewöhnlich eine starke Auftreibung (Taf. 8, Fig. 5), die schon von Gegenbaur gesehen wurde.*) Diese Auftreibung betrachte ich als die hervorragenden Ränder der Einstülpungsöffnung, die zur Bildung des Herzschlauches führte. Später scheint diese Einstülpungsöffnung vollkommen zu verschwinden. Ueber die Bildung der sich im Herzschlauche an seiner Dorsalwand findende Zellenplatte (Mittelfeld von Grobben) konnte ich nichts ermitteln.

Der Herzschlauch beginnt zu functioniren zu der Zeit, wenn die Muskelreifen schon differenzirt sind. Die Contractionen des Herzens sind anfangs ausserordentlich unbedeutend und unregelmässig; sie werden auch viel häufiger und für längere Zeit als beim ausgewachsenen Thiere unterbrochen.

Um mit der Ausbildung der Organe der *Doliolum*-Amme zu Ende zu kommen, bleibt mir nur die Entwickelung des Gebildes zu schildern, das längere Zeit (seit Keferstein und Ehlers) unter dem Namen »rosettenförmiges Organ« bekannt war und dessen wirkliche Natur — als Stolo prolifer — erst in neuester Zeit durch die schönen Untersuchungen von Grobben festgestellt wurde.

In meiner schon früher citirten Notiz über die embryonale Entwickelung von *Doliolum***) theilte ich einige Beobachtungen über den Entwickelungsmodus des sogenannten »rosettenförmigen Organes« mit. Ich zeigte, dass an der Bildung dieses Organes alle Haupttheile des Körpers der Larve theilnehmen; dass es aus paarigen Ausstülpungen der Pharyngeal- und Cloacalhöhlenwände, aus Mesoderm und Ectoderm der Larve geformt wird. Seitdem wurden

*) Zeitschr. f. wiss. Zool. VII, 1855. Taf. XVI. Fig. 15.

**) Zoolog. Anzeiger Nr. 92 und 96.

meine Angaben von Grobben bestätigt.*) In seiner Arbeit schildert er ziemlich ausführlich die Entwickelung des Organes und erläutert seine Beschreibung durch einige Abbildungen des Stolo prolifer bei Larven verschiedener Entwickelungsstadien. Die frühesten Stadien der Entwickelung des Stolo scheint Grobben übrigens nicht beobachtet zu haben.

Der Anfang der Bildung des Organes fällt in die Zeit, wo die Cloacalhöhle noch lange nicht ausgebildet ist und im späteren Darmcanale erst eine kleine Höhle sich gebildet hat. Dann bemerkt man in den unteren und hinteren Winkeln der Pharyngealhöhle zwei sich bildende Ausstülpungen (je eine in jedem Winkel) der Pharyngealhöhlenwand (Taf. 4, Fig. 5). Die Wände dieser Ausstülpungen legen sich hart aneinander, sodass ihre Höhle nicht unterscheidbar ist (Taf. 6, Fig. 5). Diese Ausstülpungen wachsen rasch und erreichen bald mit ihren Spitzen den unteren Mesodermzellenhaufen, der schon früher erwähnt wurde und der hart am Ectoderm der Larve liegt. Die Herzanlage liegt zwischen diesen zwei Ausstülpungen der Pharyngealhöhle (Taf. 6, Fig. 5, 13; Taf. 4, Fig. 5; Taf. 8, Fig. 4).

Bald nachdem diese Ausstülpungen der Pharyngealhöhle angelegt sind, nämlich zu der Zeit, wenn die Cloacalhöhle so weit ausgewachsen ist, dass ihre hintere Wand schon die Hinterwand der Pharyngealhöhle berührt, bilden sich auch paarige Ausstülpungen der unteren Wand der Cloakenhöhle (Taf 8, Fig. 4). Diese Ausstülpungen erlangen niemals die Mächtigkeit der vorderen (aus der Pharyngealhöhle entstandenen), an deren Hinterseite sie zu beiden Seiten der Herzanlage eingelagert sind.

Die vier Ausstülpungen der Pharyngeal- und Cloakenhöhle umwachsen die Herzanlage und reichen mit ihren Spitzen an den Mesodermzellenhaufen, der unter der Herzanlage liegt. Diese fünf Zellenmassen geben das ganze Material zur Bildung des Stolo prolifer der Amme. Die dem Mesodermzellenhaufen anliegende Epidermis der Larve ist verdickt und nimmt später auch Antheil am Aufbau des Stolo, indem aus dem Ectoderm der Larve das Ectoderm des ganzen Stolo prolifer sich bildet.

Der Stolo, der so angelegt wurde, fängt nun an sich weiter zu entwickeln und seine definitive Form anzunehmen. Die hinteren, aus Ausstülpungen der Cloakenhöhle gebildeten Zellenstränge wachsen nun weiter und biegen sich an ihren freien Enden gegen die Cloacalhöhle um (Taf. 8, Fig. 4 cla_1). Nachdem diese gegen die Cloakenhöhle wachsenden Zellenstränge bis an die Cloakenwand gewachsen sind, lösen sich die Cloacal- sowie die Pharyngealausstülpungen von den sie producirenden Wänden ab.

Die eben beschriebenen sechs Zellenstränge, von denen die zwei vorderen die mächtigsten,

*) Bei Besprechung der von ihm bei der Entwickelung des »rosettenförmigen Organes« erzielten Resultate (p. 31) macht Grobben die Bemerkung, dass ich einige Theile des »rosettenförmigen Organes« übersehen habe. Da ich in meiner Notiz nur über die allerfrüheste Anlage des Organes sprach, so konnte ich nur von den von mir erwähnten Theilen des Larvenkörpers sprechen, die an der Bildung des Organes theilnahmen. Die von mir unerwähnt gebliebenen Theile des Organes entwickeln sich, wie gleich gezeigt wird, später aus denselben Theilen des Larvenkörpers, die von mir erwähnt waren, und die in der Zahl von fünf und nicht acht, wie Grobben will, vorhanden sind.

die zwei hinteren dagegen die kleinsten sind, ändern jetzt ihre Lage zu den anderen Organen der Larve. Anstatt, wie das bisher war, an den Seiten der Herzanlage zu liegen, gelangen sie an die Unterseite des sich bildenden Herzens, wo sie sich hart aneinander legen (Taf. 8, Fig. 5).

Die Umbildungen des künftigen Stolo prolifer zu dieser Zeit des Larvenlebens beschränken sich aber nicht auf das eben Beschriebene. Der untere Mesodermzellenhaufen (*mss*) wächst nämlich zu dieser Zeit gegen die Bauchseite des Herzens zwischen die Zellenstränge des sich bildenden Stolo prolifer hinein. Dieser aus Mesodermzellen bestehende Strang nimmt, wie am besten an optischen Querschnitten des sich bildenden Stolo zu sehen ist, seine Achse ein (Fig. 8). Der Stolo besteht zu dieser Zeit aus sieben dicht aneinander liegenden länglichen Zellsträngen, von denen die drei paarigen Stränge *Ph*, Kl_1 und Kl_2) Producte der Wände der Pharyngeal- und Cloakenhöhle sind, während in der Achse des Organes der in die Länge gewachsene Mesodermzellenhaufen (*ms*) liegt. An dem Platze, wo der Stolo mit seiner Spitze an die äussere Haut der Larve sich anlegt, ist diese verdickt und etwas nach aussen gewölbt.

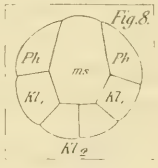


Fig. 8.

Vergleichen wir diese von mir gewonnenen Resultate mit denen, die Grobben in seiner mehrfach citirten Abhandlung mitgetheilt hat, so sehen wir zwischen beiden nicht unerhebliche Differenzen. Während Grobben schon bei der jüngsten von ihm untersuchten Larve den Stolo als aus acht distincten Theilen bestehend beschreibt, erwies sich, dass er anfangs nur aus fünf Zellmassen besteht, die erst später sich auf sieben vermehren. Wie gleich gezeigt werden wird, bleibt während des ganzen Lebens der Amme der Stolo prolifer aus diesen sieben Theilen bestehen.

Was die späteren Schicksale der den Stolo bildenden Theile betrifft, so wird darüber eingehend weiter unten, bei Behandlung der Knospenausbildung aus den Stolotheilen, berichtet; hier will ich nur vorläufig bemerken, dass die Angaben von Grobben mir unrichtig zu sein scheinen. Im Stolo der *Doliolum*-Amme, oder was dasselbe ist, in der vom Stolo sich abschnürenden Knospe finden sich Anlagen des Nervensystemes, des Darmcanales, des Herzens, der Genitalorgane und der Muskeln (die äussere Haut nicht gerechnet), nicht aber, wie Grobben meint, Anlagen der Cloakenhöhle.

Die zur Illustration des Entwickelungsmodus des Stolo prolifer von Grobben gegebenen Figuren (Fig. 22 und 23 der Taf. IV) scheinen mir sehr wenig überzeugend und der Natur wenig treu zu sein. In Fig. 22 sehen wir vier nebeneinander liegende Zellenstränge, von denen die zwei mittleren von der Cloakenwand sich abgeschnürt haben, während die zu beiden Seiten von ihnen liegenden von der Pharyngealhöhlenwand geliefert sind. Der Mesodermzellenhaufen, sowie die dritte paarige Zellenmasse (die sich später bildenden Derivate der Cloacalausstülpungen, cla_1 der Taf. 8, Fig. 4) sind von Grobben in seiner Zeichnung, wie es scheint, unerwähnt geblieben.*) Die andere erwähnte Figur (23) ist, wie mir scheint, noch

*) In Fig. 22 der Abhandlung von Grobben sind mit dem Buchstaben μ (Mesoderm) und $\varphi\varsigma$ (Pharynx) zwei benachbarte Zellen eines und desselben Zellenstranges (von der Pharyngealhöhlenwand abstammend) bezeichnet.

ungenügender als die Fig. 22. Von den nach Grobben zur Bildung des Stolo bestimmten Theilen ist das mit dem Buchstaben μ bezeichnete Gebilde gewiss nichts anderes als die Herzanlage.

In der vollkommen ausgewachsenen Larve, deren Schwanz schon bald einem Zerfall unterworfen wird, ist der Stolo wieder anders gebaut, als eben geschildert wurde. Die Zahl der ihn zusammensetzenden Theile ist dieselbe (sieben) geblieben, sie haben sich aber zu einander etwas anders gruppirt. Der Mesodermzellenstrang (Fig. 9 *ms*) ist unverändert geblieben; von jedem der zwei von der Pharyngealhöhlenwand herstammenden Zellenstränge (Fig. 8 *Ph*) hat sich ein gewisser Theil abgespalten, um beide in der Achse des Stolo zu verschmelzen ($2\,\frac{Ph}{2}$); aus diesem unpaaren Theile des Stolo bildet sich später bei der Knospe die Pharyngealhöhle mit Darmcanal; aus den nach der Abspaltung des Theiles, der mit $2\,\frac{Ph}{2}$ bezeichnet ist, übrig gebliebenen zwei paarigen Zellensträngen (Fig. 9 $\frac{Ph}{2}$) bilden sich die Geschlechtsorgane; die vorderen, unverändert gebliebenen Cloacalausstülpungen (Fig. 8 und 9 Kl_1) dienen zur Bildung der Muskeln, während die zwei hinteren Cloacalausstülpungen (Fig. 8 Kl_2) in einen unpaaren Zellenstrang zusammenfliessen (Fig. 9 $2\,Kl_2$) und die Nervensystemanlage bilden. Der ganze Stolo bleibt einstweilen im Innern des Körpers liegen, wächst aber später, wenn die Zeit zur Ablösung der Knospen kommt, und dehnt die Epidermis der Amme aus, so dass er von dieser Epidermis bekleidet erscheint. Diese den Stolo von aussen begrenzende Epidermisschicht liefert die äussere Haut der von dem Stolo abgehenden Knospen.

Bevor ich dieses Capitel abschliesse, will ich noch einige Worte über den Bau sowie über die Lebensweise der *Doliolum*-Larve hinzufügen und dann die von mir gewonnenen Resultate über *Doliolum*-Entwickelung mit dem, was über die Entwickelung anderer Tunicaten bekannt ist, vergleichen.

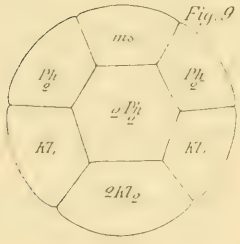


Fig. 9

Was den Bau der ausgewachsenen Larve betrifft, so bleiben mir nur einige Bemerkungen über die Chordazellen und die Schwanzmuskeln zu machen.

Die Chordazellen sind sehr grosse Zellen, die in eine Reihe geordnet sind (Taf. 4, Fig. 7). Jede Zelle ist mit einer klaren Flüssigkeit erfüllt, in der ein kleiner, gewöhnlich neben der Zellwand liegender Plasmaklumpen sich findet. In dieser Plasmaanhäufung, aus der eine Anzahl feiner Ausläufer gegen die Peripherie der Zelle entspringt, liegt ein runder Kern. In manchen Fällen schien es mir, als wenn an der Innenseite der Zellwand eine äusserst dünne Plasmaschicht sich fände und die von dem Plasmaklumpen ausgehenden Plasmafäden in diese corticale Plasmaschicht übergingen. Bei der vollen Ausbildung der Larve sind diese Chordazellen immer in einer Reihe ganz regelmässig geordnet; später, bei Annäherung der Zeit der Verkümmerung des Schwanzes schieben sich die Zellen in der Regel auf einander.

Die Muskeln des Schwanzes wurden schon früher (p. 59) besprochen. Dem Gesagten muss ich hier nur beifügen, dass in einigen Muskelzellen der Kern einem Zerfall unterworfen zu sein scheint (Taf. 7, Fig. 3 nc_1). Solche Muskelzellen finden sich gewöhnlich bei den Larven, deren Schwanz dem Zerfalle nahe ist; ich sehe darum den Zerfall der Kerne der Muskelzellen als eine Erscheinung an, die mit dem Absterben der Muskelzellen im Zusammenhang steht.

Die Larve bewegt sich ausschliesslich vermittelst des provisorischen Larvenschwanzes;*) gegen das Ende des Larvenlebens treten zwar auch Contractionen der Muskelreifen auf; diese Muskelcontractionen können aber zur Fortbewegung der Larve nicht dienen, da diese von dem sie umgebenden Wasser durch die Dotterhaut noch abgeschieden ist. Im Ruhezustande findet man die Larve gewöhnlich im Wasser flottirend, den Ruderschwanz nach oben gerichtet. Die jüngsten Entwickelungsstadien finden sich niemals im Auftriebe, da sie des Locomotionsorganes noch entbehren; sie müssen ihr Leben auf dem Meeresgrunde verbringen, wo auch die Eier liegen.

Alles bis jetzt über die Entwickelung des *Doliolum* Gesagte gilt für *D. Mülleri*, dessen Larven im Auftriebe während der Frühlingsmonate sehr gemein sind. Larven von anderen Arten hatte ich wenig Gelegenheit zu studiren; doch traf ich theils in Neapel, theils in der Bucht von Villafranca einige Exemplare, die, wie mir scheint, zwei anderen distincten Arten angehören. In Fig. 1 und 3 der Taf. 5 sind Larven abgebildet, die ich im Jahre 1877 im März ziemlich häufig in Neapel, sowie im Januar desselben Jahres in Villafranca zur Beobachtung bekam. Diese schon weit entwickelten Larven sehe ich als zu *D. Ehrenbergii* gehörig an. Ihr Bau zeigt keine wesentlichen Verschiedenheiten von dem der Larven von *D. Mülleri* (die Besonderheiten im Bau, die die Art unterscheiden, abgerechnet). Einige Exemplare von Larven einer anderen Art — des *D. rarum* Grobb. wie mir scheint — wurden im März 1881 von Prof. Salensky und später von mir gefunden. Da das einzige von

*) Nach den Angaben von Gegenbaur (l. c. p. 38, Taf. 16, Fig. 15) soll der dorsale Auswuchs der Larve (Rückenstolo der Autoren) auch als Locomotionsorgan dienen. Gegen eine solche Angabe trat mit vollem Grunde schon Grobben auf. Neuerlich wird die Anschauung von Gegenbaur wiederum von G. v. Hayek in seinem Handbuche der Zoologie (III. Bd. 1. Lief. 1882) aufgenommen. Bei der Erklärung der Gegenbaur'schen Abbildung einer Larve mit schon rückgebildetem Schwanze und ziemlich stark entwickeltem dorsalen Auswuchse, einer Larve, die schon die Embryonalhülle abgestreift hat (p. 18), ist der dorsale Auswuchs als »vom Rücken entspringender Ruderschwanz« gedeutet, während die ziemlich stark entwickelte Mantelschicht (x) für die »Larvenhülle um den Ruderschwanz« erklärt wird. — Ich muss übrigens bemerken, dass das eben angeführte Beispiel lange nicht das einzige Curiosum ist, das in diesem »Handbuche« Platz gefunden hat. So wird z. B. zur Illustration des Baues des Endostyls der Salpen in der Fig. 2047 (p. 5) eine veraltete Zeichnung eines Querschnittes des Endostyls (aus Bronn's Classen und Ordnungen, wo sie von Leuckart, Zool. Untersuchungen, copirt wurde) gegeben, in der die Endostylrinne von der Bauchrinne als durch eine Membran vollkommen geschieden dargestellt ist. Auf S. 27, bei der Erklärung der Fig. 2087 (Fötus von *Pyrosoma giganteum*), wird von einem »Zerfallen des Blastoderms (!) in fünf Segmente« gesprochen, von denen das eine das Cyathozooid, die vier andern die Ascidizooiden darstellen sollen. Bei Besprechung der Salpen werden alle neuen Arbeiten über ihre Entwickelung unerwähnt gelassen, und der ganze Vorgang der Salpenentwickelung nach den Icones zootomicae von J. V. Carus geschildert.

mir beobachtete Exemplar ziemlich schlecht erhalten war, so konnte ich auch keine Abbildung von ihm anfertigen. Von den im Bau der Larve ausgeprägten Artunterschieden abgesehen, schien mir diese Larve von denen der anderen Arten nur durch die vollkommen kugelrunde embryonale Hülle sich zu unterscheiden.

Oben wurde von mir schon die Andeutung gemacht, dass die embryonale Entwickelung von *Doliolum* der der einfachen Ascidien am meisten ähnlich ist. Die frühesten Stadien der *Doliolum*-Entwickelung bis zum Gastrulastadium ähneln vollkommen denen der einfachen Ascidien. In den dem Gastrulastadium folgenden Stadien treten aber nicht unbedeutende Verschiedenheiten ein, die ich hier näher berücksichtigen will. Während, wie bekannt, bei den Ascidien nur ein kleiner Theil der Wände des Archenterons der Gastrula zur Bildung des Chordastranges und des Mesoderms verbraucht wird, und der Rest der Wände des Archenterons seine Höhle, die während des ganzen Ascidienlebens als Darmcanal besteht, umgrenzt, schwindet bei *Doliolum* das Archenteron sehr früh und spurlos. Wie bereits gezeigt wurde, werden wahrscheinlich seine Wände vollkommen zur Bildung der Chorda und des Mesoderms verbraucht.

Das Verhältniss zwischen dem Nervensystem und dem Chordastrange ist, wie bekannt, bei den Ascidien in verschiedenen Entwickelungsstadien sehr verschieden. Bei den jüngsten Stadien liegt der sich von der Dorsalwand des Archenterons abschnürende Chordastrang unmittelbar unter der sich bildenden Nervenrinne. Bei weiterer Entwickelung der Ascidie, bei der Bildung des Larvenschwanzes nämlich, wächst der Chordastrang in den Schwanz hinein und behält nur in diesem Theile des Larvenkörpers seine frühere Lage im Verhältniss zum Nervensystem bei; im Vordertheile des Larvenkörpers liegt unter dem erweiterten Nervensysteme nicht die Chorda, sondern das intact gebliebene frühere Archenteron, das zum Darmcanale der Ascidienlarve geworden ist. Bei noch weiterer Entwickelung der Ascidienlarve treten in der Lage des Nervensystemes, im Verhältnisse zur Chorda, noch grössere Veränderungen ein. Das Nervenrohr, das im Schwanztheile der Ascidienlarve über der Chorda lag, zerfällt mit dem Wachsthume der Larve, so dass aller Zusammenhang zwischen Chorda und Nervensystem verloren geht. Das Nervensystem der vollkommen ausgewachsenen Ascidienlarve, die zur Umbildung in das ausgewachsene Thier schon bereit ist, beschränkt sich auf den Vordertheil des Larvenkörpers (den Theil, welcher in das ausgewachsene Thier übergeht), während die ganze Chorda im provisorischen Larvenschwanze liegt, wo vom Nervensystem keine Spur mehr vorhanden ist.

Bei *Doliolum* treten im Laufe der Entwickelung ebensolche Veränderungen in der gegenseitigen Lage des Nervensystemes und des Chordastranges wie bei den Ascidien ein; sie beginnen aber bei *Doliolum* viel früher und gehen viel energischer als bei den Ascidien vor sich. Bei den jüngsten beobachteten Stadien des *Doliolum*-Embryo liegt das Nervensystem unmittelbar auf der Chordaanlage (Taf. 3, Fig. 9); bald aber wird die gegenseitige Lage der genannten Gebilde umgeändert, indem der Chordastrang vollkommen in den stark ausge-

wachsenen Larvenschwanz, ähnlich wie bei den Ascidienlarven, übergeht, das Nervensystem aber nur auf den vorderen, bleibenden Theile des Larvenkörpers beschränkt ist. Bei *Doliolum* beschränken sich aber die hier eintretenden Umbildungen nicht auf die genannte Umänderung der respectiven Lage des Nervensystemes zu der Chorda. Mit dem Wachsthume der Larve tritt durch die Bildung der mittleren Ectodermblase (der Schwanzblase) eine vollkommene Trennung der Chorda vom vorderen Theile des Larvenkörpers ein. Bei dieser Trennung wird, wie bereits oben gezeigt wurde, das Mesoderm in zwei voneinander vollkommen getrennte Theile gesondert, einen vorderen, vor der Schwanzblase liegenden, und einen hinteren, den Schwanztheil. Im vorderen, bleibenden Theile des Larvenkörpers liegt das Nervensystem; im hinteren, provisorischen der Chordastrang. Ueber die Innervation der Schwanzmuskeln konnte ich nichts ermitteln.

Ein nicht unwesentlicher Unterschied der Entwickelung von *Doliolum* von der der einfachen Ascidien findet sich in dem Entwickelungsmodus der sogenannten Cloacalhöhle. Bei den Ascidien entwickelt sich diese Höhle, wie bekannt, aus zwei Ectodermeinstülpungen, die gegen die Darmhöhle (Kiemenhöhle) hin wachsen. Diese sogenannten Perithoracalröhren treten in Verbindung mit Ausstülpungen der Darmhöhle. Am Orte der Verwachsung der Ectodermeinstülpungen mit dem Entoderm entstehen die ersten Kiemenspalten. Die Perithoracalröhren erweitern sich später zu dem Kiemensacke; ihre zwei Aussenmündungen fliessen zusammen in eine sogenannte Cloacal- oder Atriumöffnung, während die zusammengewachsenen Perithoracalröhren zur sogenannten Cloacal- oder Atriumhöhle werden, die den Kiemensack umgiebt und mit ihm durch eine grosse Zahl von Kiemenlöchern im Zusammenhange steht.

Ganz anders geht die Bildung der Cloacalhöhle des *Doliolum* vor sich, die, wie gezeigt wurde, als einfache unpaare Einstülpung des Ectoderms entsteht. Etwas den Perithoracalröhren der Ascidien Aehnliches finden wir bei *Doliolum* nicht.

Dieser Vergleich der Hauptzüge der Entwickelung von *Doliolum* mit der der Ascidien berechtigt uns zu dem sicher stehenden Schlusse, dass die Darmhöhle von *Doliolum* (incl. Pharyngealhöhle) nicht der Darmhöhle (incl. Kiemensack) der Ascidien, und dass ferner die Cloacalhöhle von *Doliolum* nicht dem Atrium der Ascidien homolog ist.

Die in diesem Capitel angeführten Beobachtungen führen ausserdem noch zu einigen Schlüssen über die morphologische Bedeutung einiger Theile des *Doliolum*-Körpers, nämlich derer, die sich aus der Nervensystemanlage ausbilden. Wie bekannt, wurde in neuester Zeit von Ch. Julin die Meinung ausgesprochen, dass die Flimmergrube der Tunicaten als homologes Gebilde der Hypophysis cerebri der Wirbelthiere angesehen werden müsse. Gegen eine solche Anschauung, die ausschliesslich auf anatomische Gründe basirt wurde, spricht, wie oben schon gelegentlich erwähnt wurde, entschieden der Entwickelungsmodus der Flimmergrube bei *Doliolum*. Der Nervus branchialis von *Doliolum*, der, wie die Entwickelungsgeschichte zeigt, sammt dem Ganglion und der Flimmergrube aus der Nervensystemanlage

sich ausbildet, kann nicht zum peripherischen Nervensystem gerechnet werden und ist am besten dem hinteren, im Schwanze der Ascidienlarve verlaufenden Nervenstrange zu vergleichen.

Mit diesem Vergleiche der Entwickelung von *Doliolum* mit der der Ascidien schliesse ich dieses Capitel ab. Im folgenden sollen die Umbildungen der *Doliolum*-Larve bei ihrer Umwandlung in die geschlechtslose *Doliolum*-Amme, sowie die Metamorphose, der die Amme unterliegt, beschrieben werden.

III. Capitel.

Umbildung der Larve in die Amme. Bau und Metamorphose der Amme.

Die vollkommen ausgebildete Larve bleibt während ihres ganzen Lebens als solche, bis zu ihrer Umwandlung in die Amme, in das stark ausgedehnte Häutchen, das wir als Dotterhaut gedeutet haben, eingehüllt. An der Oberfläche dieses Häutchens finden sich zur Zeit der vollen Entwickelung der Larve nur äusserst wenige Reste der Follikelzellen (Testazellen); diese Körper haben zu dieser Zeit vollständig ihre zellige Natur verloren und bestehen aus einer grobkörnigen, gelblich erscheinenden Masse, in der man niemals etwas einem Kerne Aehnliches auffinden kann.

Wenn die Muskelreifen schon vollkommen ausgebildet sind und die Schwanzblase ihre grösste Entwickelung erreicht hat, treten zuerst schwache, später aber stärkere Contractionen der Muskeln auf, die den Larvenkörper umgürten. Zu dieser Zeit beginnt auch der Zerfall der Gewebe des Schwanzes und das Uebertreten der Producte dieses Zerfalles in die Leibeshöhle resp. den Blutraum der Amme. Die ganze Reduction des Schwanzes verläuft in wenigen Stunden.

Das Eintreten des Zerfalles der Gewebe des Schwanzes wird dadurch angezeigt, dass die Chordazellen, die bis dahin in einer Reihe regelmässig nebeneinander gelagert waren, sich aufeinander schieben und in mehreren Reihen anordnen, wodurch die Contouren des Chordastranges unregelmässig werden. Diese Verschiebung der Chordazellen tritt gewöhnlich früher am vorderen, frei in die Schwanzblase einragenden Chordaende ein und schreitet nur allmählich gegen das Hinterende des Schwanzes fort.

Zugleich mit dieser Verschiebung der Chordazellen treten auch Veränderungen in den Muskelzellen des Schwanzes ein. In einzelnen Muskelzellen bemerkt man, wie oben schon

gelegentlich erwähnt wurde, eine Art Zerfall des Kernes in mehrere kleine, grobkörnige Körner, die in der Längsachse der Zelle gewöhnlich in einer Reihe, gelegentlich auch unregelmässig liegen (Taf. 7, Fig. 4). Bald darauf erscheinen im Plasma der Muskelzellen zuerst einzelne und dann eine grosse Menge von stark lichtbrechenden Fetttropfen, die endlich die ganze Zelle ausfüllen. Es tritt mit einem Worte eine fettige Degeneration der Schwanzmuskelzellen ein.

Mit dem Fortschreiten dieser Degeneration der Schwanzmuskeln verliert allmählich der Schwanz seine Bedeutung als Locomotionsorgan. Das Ectoderm, das den Schwanz von aussen bekleidet, zieht sich allmählich zusammen, während die Producte des Zerfalles des Chordastranges, sowie der Muskeln des Schwanzes in die Körperhöhle übertreten. Der Zerfall der übereinander geschobenen Chordazellen fängt immer in der Achse der jetzt unregelmässig gebogenen Chorda an (Taf. 4, Fig. 6). Zu der Zeit des Abwerfens der die *Doliolum*-Larve überziehenden Hülle erscheint der ganze Schwanz als eine kleine ectodermale Ausbuchtung, in deren Innerm die Producte des Zerfalles der Chorda- und Muskelzellen in Form eines mehr oder minder grossen Ballens angehäuft sind (Taf. 5, Fig, 2, 5, 6). Die ectodermale Schwanzblase verkleinert sich rasch an Umfang und verschwindet ohne jegliche Spur zu der Zeit, wenn die Chorda- und Muskelzellen des Schwanzes zerfallen sind.

So geht die Rückbildung des Schwanzes der Larve von *D. Mülleri* vor sich, die ich eingehend studirt habe. Bei Larven anderer Arten konnte ich nicht den ganzen Process verfolgen, und notirte mir von demselben nur einige Momente. Bei der Larve, die ich als zu *D. Ehrenbergii* gehörig ansehe (Taf. 4, Fig. 8), scheint mir die Reduction des Schwanzes etwas anders zu geschehen. Es schien mir, dass bei dieser Larve am Vorderende der Chorda einzelne Chordazellen degeneriren, von den übrigen Chordazellen sich ablösen und in die Schwanzblase abfallen. Von einer Verschiebung der Chordazellen konnte ich bei diesen Larven nichts bemerken.

Zu der Zeit, wenn der Schwanz der *Doliolum*-Larve fast schon vollständig verschwunden ist, geschieht das Abstreifen des feinen, die Larve umhüllenden Häutchens. Fetzen von den abgestreiften Häutchen findet man zuweilen am Körper der jungen *Doliolum*-Amme angeheftet.

Die Zeit der Umwandlung der Larve in die Amme scheint für *Doliolum* eine kritische Zeit zu sein. Ich schliesse das aus dem Umstande, dass nicht nur in der Gefangenschaft sehr viele Larven während dieser Periode der Schwanzreduction zu Grunde gehen, sondern auch im Auftriebe ziemlich oft Larven vorkommen, bei denen in den beschriebenen Processen manche Unregelmässigkeiten eingetreten sind. So fanden sich mehrmals Larven, bei denen die Schwanzblase schon vollkommen verschwunden, hingegen der Schwanz mit seiner Chorda noch ganz intact geblieben war; bei solchen Larven war der Schwanz gewöhnlich mit seinem Hinterende nach vorn gerichtet und lag längs der Bauchseite des *Doliolum*. Eine solche nicht regelmässig entwickelte Larve wurde auch von Krohn abgebildet.*) Andere Male fanden

* L. c. Fig. 7.

sich Larven, bei denen im Gegentheil die Chorda, sowie die sie umgebenden Muskeln schon in Zerfall gerathen waren, während die Schwanzblase noch intact erhalten war. Alle solche unregelmässig entwickelten Larven scheinen zur weiteren Entwickelung unfähig zu sein: zur Züchtung in Gläsern unter den Wasserstrom gebracht, entwickelten sie sich nicht weiter und starben schon in kurzer Frist, ohne mit der Rückbildung des Schwanzes zu Ende gekommen zu sein.

Ehe ich zur Besprechung der aus der Larve sich ausbildenden *Doliolum*-Amme übergehe, wird es vielleicht hier am Orte sein, einige Worte über die von Salensky*) ausgesprochene Vermuthung über die Homologie der Chorda der Ascidien- und *Doliolum*-Larven mit dem Elaeoblaste der Salpen und Pyrosomen zu sagen.

Das Elaeoblast ist, wie bekannt, ein Zellenhaufen, der bei den Ascidizooiden der Pyrosomen und bei den aus diesen durch Knospung entstehenden Thieren, sowie bei den Salpen der beiden Generationen vorkommt. Bei dem aus dem Ei entstehenden Cyathozooid von *Pyrosoma* kommt es niemals vor. Bei den Salpen, sowie bei den Pyrosomen besteht das Elaeoblast aus einem mehr oder minder grossen Haufen von blasigen, eigenthümlich aussehenden Zellen, die im hinteren Theile des Körpers, an der Bauchseite, neben der Cloacalöffnung liegen; mit dem Alter geht dieser Zellenhaufen ohne Spur verloren. Ueber Entwickelung, Bau und Schicksale dieser das Elaeoblast bildenden Zellen haben wir bis jetzt nur äusserst dürftige und oberflächliche Kenntnisse. Bei der aus dem Ei sich entwickelnden solitären Salpenamme entsteht nach den neuesten Angaben von Salensky**) das Elaeoblast aus denselben Elementen (amöboiden Follicularzellen), aus welchen sich die Blutkörperchen und Muskeln ausbilden.***) Bei den Kettensalpen soll das Elaeoblast nach den Beobachtungen von Salensky†) aus dem Mesoderm sich entwickeln. Bei den Ascidizooiden der Pyrosomen endlich entsteht das Elaeoblast nach den Angaben von Kowalevsky††) »als ein paariger, aus Fettzellen bestehender Körper« am hinteren Ende des Thieres.

Von allen diesen Angaben über das Elaeoblast können die entwickelungsgeschichtlichen bei Beurtheilung seiner morphologischen Bedeutung nicht benutzt werden†††), ehe nicht neuere, umständlichere Untersuchungen vorliegen. Diese embryologischen Angaben abgerechnet, bleiben aber zur Verfügung nur die Thatsachen über den Bau des Elaeoblastes, seine Lage im Körper der Salpen und Pyrosomen und endlich die Angaben über sein Vorkommen oder Fehlen bei Thieren

*) Salensky, Ueber die embryonale Entwickelungsgeschichte der Salpen (Zeitschr. f. w. Zool. XXVII. 1877), ferner: Salensky, Ueber die Entwickelung des Hodens und über den Generationswechsel der Salpen. (Ebenda, XXX. Suppl. 1878).

**) Zool. Anzeiger Nr. 97, p. 603. Nr. 98, p. 618.

***) In einer früheren Mittheilung über die embryonale Entwickelung der Salpen (Zeitschr. f. w. Zool. XXVII. p. 193) berichtet Salensky über die Entwickelung des Elaeoblastes aus dem Entoderm.

†) Morphol. Jahrbuch III. p. 591.

††) Arch. f. mikrosk. Anat. XI. p. 625.

†††) Salensky selbst sagt, dass »die Embryonalvorgänge der Salpen unmöglich nach den Principien der gegenwärtigen Embryologie zu erklären sind«. (Mitth. aus d. Zool. Stat. zu Neapel. IV. Bd. p. 123).

verschiedener Generationen. Merkwürdiger Weise hat Salensky nicht alle diese Thatsachen bei seiner Beurtheilung des morphologischen Werthes des Elaeoblastes ausgenutzt, sondern sein Vorkommen und Fehlen bei verschiedenen Generationen vollkommen unberücksichtigt gelassen.

Dass die Lage des Elaeoblastes im Körper der Salpen und Pyrosomen und die in Zerfall gerathene Chorda im Körper der *Doliolum*-Larve eine ähnliche ist, fällt Jedem, der die Thiere zu studiren Gelegenheit hatte, sogleich in die Augen. Obwohl das Elaeoblast bis jetzt noch sehr ungenügend auf seinen Bau untersucht wurde, so kann man doch wohl von einiger Aehnlichkeit seines Baues mit den Producten der zertrümmerten Chorda der Ascidien- und *Doliolum*-Larven reden. Alle diese mehr oder weniger scharf ausgesprochenen Aehnlichkeiten der beiden Gebilde geben aber gewiss kein Recht, sie für homologe Gebilde zu halten, besonders wenn wir in Betracht nehmen, dass bei den Ascidien, sowie bei *Doliolum* der Chordastrang immer nur bei der aus dem Ei sich ausbildenden Ammengeneration vorkommt, bei der auf ungeschlechtlichem Wege entstandenen Geschlechtsgeneration immer vermisst wird, bei den Salpen und Pyrosomen aber das Elaeoblast entweder bei beiden Generationen (Salpen) oder, gerade umgekehrt wie bei den Ascidien und *Doliolum*, bei der auf ungeschlechtlichem Wege entstandenen Geschlechtsgeneration vorkommt (Ascidizooiden der Pyrosomen), bei der Ammengeneration (Cyathozooid der Pyrosomen) aber fehlt. Wenn wir alle diese Thatsachen zusammenfassen und nun einen Vergleich der beiden Gebilde vornehmen, so können wir nur zu dem Schlusse kommen, dass, obgleich sie einige Aehnlichkeit darbieten, sie doch, bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse wenigstens, unmöglich als homologe Gebilde angesehen werden können.

Nachdem der Larvenschwanz reducirt ist und die Chordareste in Form eines mehr oder weniger grossen Zellen- und Fetttropfenhaufens in die Leibeshöhle der sich bildenden *Doliolum*-Amme aufgenommen sind (Taf. 5, Fig. 5, 6, 7)*), ist die Larve zu einer Amme geworden, die nach Abstreifung der embryonalen Hülle, in der die Larve sich befand, sich vermittelst der Muskelreifen fortzubewegen und Nahrung aufzunehmen beginnt.

Die Amme ist, wie bekannt, ziemlich abweichend von dem Geschlechtsthiere gebaut. Anstatt mit acht Muskelreifen, die das Geschlechts-*Doliolum* besitzt, ist die Amme mit neun Muskelreifen versorgt; der siebente Muskelreifen (von vorn gezählt) macht auf der Dorsalseite des Thieres ein kleines Divertikel, das nach hinten gerichtet ist und in den Basaltheil des dorsalen Auswuchses des Körpers der Amme hineinragt. Die Kiemenlamelle ist bei allen Arten eine gerade, von oben und hinten nach vorn und unten verlaufende Lamelle, die bei allen Arten von vier Paar Kiemenspalten durchbrochen ist.**) Das Ganglion

*) Eine junge *Doliolum*-Amme, bei der der Schwanz schon reducirt und die zerfallene Chorda in Form eines runden Haufens in das Innere der Leibeshöhle aufgenommen ist, wurde von Gegenbaur beobachtet und in der Fig. 15 seiner Taf. XVI abgebildet (l. c.).

**) Nach den Angaben von Gegenbaur (l. c. p. 303, 304) ist die Kiemenlamelle der *Doliolum*-Amme von vier Kiemenspalten durchbrochen. Diese Angabe widerspricht denen aller anderen Forscher sowie dem, was ich beobachtet habe.

liegt nicht im dritten Intermuscularraume, wie beim Geschlechtsthiere, sondern zwischen dem vierten und fünften Muskelreifen; an der linken Seite des Körpers der Amme, im dritten Intermuscularraume, liegt das Gehörorgan, das bei dem Geschlechtsthiere niemals vorkommt. Hart an der Unterseite des Pericardiums findet sich ein eigenthümliches Organ, das seit Keferstein und Ehlers unter dem Namen »rosettenförmiges Organ« bekannt war und das nach der Entdeckung von Grobben als Stolo prolifer der Amme gedeutet werden muss. Am Rücken der Amme, unweit des Randes der Cloacalöffnung, findet sich ein cylindrischer Auswuchs der Epidermis, der von allen Autoren fälschlich für einen Stolo prolifer gehalten wurde.

Was die äusseren Hautdecken betrifft, so ist vor allem zu bemerken, dass die durchsichtige Mantel- (Cuticular-)schicht der Amme in der Regel viel stärker entwickelt ist als bei den Doliolen, die mit Geschlechtsorganen versehen sind; besonders stark ist diese Schicht an der Basis des dorsalen Körperauswuchses der Amme entwickelt. Diese Cuticularschicht ist bei der *Doliolum*-Amme immer von ziemlich fester Consistenz, so dass sogar bei der Amme des *D. Mülleri* niemals sich fremde Körper an sie ankleben; in Folge dessen bleiben die *Doliolum*-Ammen immer krystallrein und werden niemals, wie das mit Geschlechtsorganen versehene *D. Mülleri*, in ihren Bewegungen durch die an dem Mantel anhaftenden fremden Körper gestört. Niemals konnte ich auch bei den *Doliolum*-Ammen etwas einer Häutung Aehnliches beobachten.

Die Epidermis der *Doliolum*-Amme unterscheidet sich nicht von der Epidermis der Geschlechtsthiere, so dass ich hier auf ihre Beschreibung verzichten kann. Dasselbe kann auch vom Bau der Wände der Cloacal- sowie der Pharyngealhöhle gesagt werden. Die Pharyngealöffnung ist, wie Grobben ganz richtig beschreibt, nicht von zwölf, wie bei dem Geschlechtsthiere, sondern nur von zehn Randläppchen umgeben, die, was ihre Form und Structur anlangt, denen des Geschlechtsthieres vollkommen gleichen. Die zwölf Läppchen, die die Cloacalöffnung umgeben, sind, wie auch Grobben richtig beschreibt, blosse Cuticularläppchen; die Angabe von Grobben über das Vorhandensein von je »einem langen, in seinem Baue mit den Läppchen übereinstimmenden Gallertfaden, dessen Länge etwa das doppelte der Läppchenlänge beträgt,« zwischen jeder aus drei Cuticularläppchen der Cloacalöffnung bestehenden Gruppe kann ich aber nicht bestätigen. Bei allen von mir untersuchten Ammen konnte ich deutlich vier Nervenendigungen am Rande der Cloakenöffnung unterscheiden. Diese vier Nervenzweige endigen in vier Gruppen von Sinneszellen, die jede in einem sehr wenig entwickelten, aus Epidermis bestehenden Randläppchen gelegen ist (Taf. 8, Fig. 8). Beim Geschlechtsthiere fehlen die Gruppen von Sinneszellen am Rande der Cloacalöffnung auch nicht; sie liegen aber nicht in besonderen Hervorragungen der Epidermis, sondern auf dem hintersten Muskelreifen selbst, (Taf. 8, Fig. 1) und sind in der Zahl zehn vorhanden.

Der siebente Muskelreifen der *Doliolum*-Amme besitzt, wie schon mehrmals erwähnt wurde, am Rücken des Thieres ein kleines Divertikel, das in den Basaltheil des dorsalen

Körperauswuchses hineinragt und da etwas verschmälert ist. Von allen früheren Angaben über den siebenten Muskelreifen ist nur die von Ussow eine dem wirklichen Sachverhalte entsprechende. In seiner schon mehrmals citirten Abhandlung über das Nervensystem der Tunicaten bildet Ussow*) eine *Doliolum*-Amme (bezeichnet als *D. Mülleri* [?]) von der Rückenseite gesehen ab, bei der der siebente Muskelreifen vollkommen geschlossen ist und nach hinten in den dorsalen Auswuchs hineinragt. Den achten Muskelreifen, der nach den Angaben von Gegenbaur am Rücken nicht geschlossen sein soll, fand ich in Uebereinstimmung mit Keferstein-Ehlers und Grobben immer geschlossen.

Der dorsale Epidermisauswuchs der *Doliolum*-Amme nimmt seinen Ursprung von dem Hinterende des Thieres, etwas hinter dem siebenten Muskelreifen. Bei allen von mir untersuchten *Doliolum*-Arten kann man in dem vollkommen ausgebildeten Auswuchse zwei voneinander distincte Theile unterscheiden, einen kürzeren und dickeren basalen, in welchen das Divertikel des siebenten Muskelreifens, sowie Nervenzweige hineintreten, und einen dünneren und längeren terminalen, der gewöhnlich durch eine Knickung des Auswuchses von dem basalen Theile getrennt ist (Taf. 9, Fig. 11; Taf. 12, Fig. 8) und gegen seine freie Spitze allmählich sich verjüngt.**) Die Länge dieses Epidermisauswuchses ist eine sehr verschiedene bei Ammen verschiedener *Doliolum*-Arten, sowie bei Ammen verschiedenen Alters. Während die gewöhnlichsten im Mittelmeere vorkommenden Ammen einen dorsalen Körperauswuchs besitzen, der nicht länger oder nur etwas länger ist als der Körper der Amme, trifft man zuweilen *Doliolum*-Ammen, deren dorsaler Auswuchs fünf bis sieben Mal den Körper des Thieres an Länge übertrifft. Eine aus der Bucht von Villafranca stammende, von mir untersuchte *Doliolum*-Amme besass einen dorsalen Auswuchs, der sogar 18 cm lang und fast vollkommen von Urknospen und Knospen verschiedenen Alters besetzt war. Bei *D. Mülleri* Kr. ist der Auswuchs in einen mehr oder weniger stark entwickelten fadenförmigen Fortsatz ausgezogen (Taf. 7, Fig. 11) und mit einer ziemlich grossen Menge orangegelben Pigments, das in Form von Tropfen verschiedener Grösse in die Epidermiszellen eingelagert ist, versehen (Taf. 7, Fig. 7).***) Bei *D. Ehrenbergii* findet man beständig am unteren Ende des dickeren basalen Theiles des Auswuchses eine Anhäufung körnigen, weissen Pigmentes, das im durchfallenden Lichte schwarz erscheint (Taf. 12, Fig. 8). Wie schon von Grobben bemerkt wurde, findet man grösstentheils im Auftriebe *Doliolum*-Ammen, deren Auswuchs etwas beschädigt ist; bei der in der Neapolitanischen Station üblichen Fischerei mit dem feinen Netze in beliebigen Tiefen, wobei die Thiere viel weniger durch das Zeug des Netzes

*) L. c. Taf. 3, Fig. 20.

**) Ussow bildet in der Fig. 20 der Taf. 3 seiner Abhandlung eine *Doliolum*-Amme mit einem kolbenartig an seiner Spitze erweiterten dorsalen Auswuchse ab. Eine solche Form des Auswuchses wurde niemals, weder von mir, noch, soviel ich weiss, von irgend einem anderen Forscher beobachtet.

***) Der fadenförmige Fortsatz des dorsalen Auswuchses der Amme von *D. Mülleri* (*D. Nordmanni* Kr.) wurde schon von Krohn beobachtet und beschrieben.

beschädigt werden, konnte ich aber beständig auch viele ganz intacte *Doliolum*-Ammen zur Untersuchung erhalten.

Ueber den Bau des dorsalen Auswuchses der *Doliolum*-Amme haben wir bis jetzt nur äusserst dürftige Kenntnisse. Alle, die über den Bau des Auswuchses berichteten, untersuchten ihn ausschliesslich an lebenden Thieren, wobei natürlich schwerlich etwas Sicheres zu ermitteln war. Da von allen Forschern der dorsale Auswuchs als ein Knospen producirender Stolo betrachtet wurde, so glaubte man dazu berechtigt zu sein, ihn auch ähnlich dem Stolo anderer Tunicaten gebaut anzusehen. Nur so kann man die eigenthümliche Thatsache erklären, dass dem dorsalen Auswuchse der *Doliolum*-Amme eine Structur vindicirt wurde, die er eigentlich gar nicht besitzt. Er enthält keine Verlängerung des Kiemensackes, wie das von mehreren Forschern und neuerdings wieder von Balfour*) behauptet wurde, sondern besteht nur aus einer sackförmigen Ausstülpung der Epidermis der Amme, in deren Höhle sich das im Blutraume des Thieres vorhandene Bindegewebe besonders stark entwickelt.

Betrachtet man einen Querschnitt des Auswuchses (Taf. 10, Fig. 6), so sieht man, dass seine äussere Wand aus Epidermiszellen besteht, die an der Dorsalseite des Auswuchses ganz anders aussehen als in allen übrigen Theilen desselben. Während die Unter- sowie die Lateralseiten des Auswuchses aus sehr abgeflachten Zellen bestehen, die den übrigen Epidermiszellen ähnlich sind, ist die Rückenseite des Auswuchses aus sehr hohen, saftigen, dicht aneinander gedrängten Zellen zusammengesetzt. Diese Dorsalzellen unterscheiden sich von den übrigen Zellen des Auswuchses nicht nur der Form nach, sondern noch mehr durch ihre Structur. Der grösste Theil ihres Inhaltes besteht nicht wie in den gewöhnlichen Epidermiszellen aus dem Zellsafte, in dem nur ein kleines Quantum Protoplasma um den Kern gelagert ist und Ausläufer aussendet; ihr Protoplasma füllt vielmehr die Zelle fast ganz aus, so dass für den Zellsaft nur kleine, vacuolenartige Räume übrig bleiben. Diese Zellen sind evident in ihrer vollen Lebenskraft; sie dienen auch, wie das weiter unten gezeigt wird, als Nährboden für die junge, vom Stolo prolifer der Amme abstammende Brut.

Unter der einschichtigen Epidermis, die gewöhnlich von einer ziemlich stark entwickelten Cuticular-(Mantel-)Schicht umhüllt ist, findet man die Bindegewebsschicht mehr oder weniger stark entwickelt (Taf. 10, Fig. 6, 7). Diese Bindegewebsschicht besteht, wie schon früher beim Geschlechtsthiere berichtet wurde, aus einer structurlosen, sehr schwer sich färbenden Substanz, in der kleine, unregelmässig conturirte Zellen zerstreut sind. Dieses Bindegewebe bekleidet nicht nur die Epidermis des Auswuchses von innen, sondern bildet ausserdem eine vertical stehende Scheidewand, die längs des ganzen Auswuchses verläuft und die Höhle desselben in zwei secundäre Höhlen theilt. Diese zwei nebeneinander liegenden Höhlen communiciren mit der mit Blut gefüllten Leibeshöhle der Amme; das Blut strömt, wie an lebenden Doliolen leicht zu beobachten ist, aus der Leibeshöhle bis an die Spitze des Auswuchses. Ob die zwei nebeneinander liegenden Höhlen desselben an seiner Spitze

*) Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsche Ausgabe. 2. Bd. 1881. p. 34.

miteinander communiciren, konnte ich nicht durch directe Beobachtung constatiren; es schien mir aber, als wenn die spärlich im Blut vorkommenden Blutkörperchen manchmal aus der einen Höhle in die andere hinübergetrieben wurden, dass folglich eine solche Communication existirt.

Bei der oben erwähnten riesengrossen *Doliolum*-Amme aus Villafranca konnte ich noch einige Eigenthümlichkeiten im Bau des dorsalen Auswuchses ermitteln. In dem langen Körperauswuchse der Amme ist das Bindegewebe sehr stark ausgebildet; es bildet eine mächtige, viele Zellen enthaltende Schicht, die die Epidermis von innen auskleidet und die auch in die mächtig entwickelte Scheidewand übergeht; diese Bindegewebsschicht ist auf ihrer Innenseite scharf conturirt. Untersucht man Querschnitte durch den Auswuchs unweit seiner Spitze, so findet man andere Verhältnisse (Taf. 10, Fig. 7); von distincten, scharf begrenzten Höhlen ist keine Spur mehr vorhanden; das Bindegewebe hat sie vollkommen ausgefüllt, bildet aber keine compacte Masse, indem es von einer grossen Menge unregelmässiger Hohlräume durchbohrt ist. Die zwei Höhlen des Auswuchses sind folglich in eine grosse Anzahl von unregelmässigen Hohlräumen zerfallen. Dieses schwammige Bindegewebe in der Spitze des Körperauswuchses konnte auch an gefärbten Theilen des letzteren in toto unterschieden werden (Taf. 10, Fig. 4 u. 5).

Der basale, dünnere Theil des Auswuchses ist, wie schon erwähnt wurde, bei allen *Doliolum*-Ammen dadurch ausgezeichnet, dass er einen Theil des siebenten Muskelreifens enthält und dass in ihm einige Nervenzweige ihre Endigung finden. Die Nerven enden hier in einer grossen Zahl von Sinneszellen, die in drei Gruppen gelagert sind und von denen weiter unten, bei Besprechung des Nervensystemes der Amme, näher berichtet wird.

Der so eben geschilderte Bau des dorsalen Körperauswuchses der *Doliolum*-Amme zeigt mit voller Klarheit, dass er ein Gebilde ist, das unmöglich mit den prolificirenden Stolonen anderer Tunicaten zusammengestellt werden kann. In dem prolificirenden Stolo der *Perophora Listeri*, der auf den ersten Blick dem dorsalen Körperauswuchse der *Doliolum*-Amme ähnlich gebaut zu sein scheint, besteht nach den Angaben von Kowalevsky*) die zellige Scheidewand, die diesen Stolo in zwei nebeneinander liegende Canäle theilt, aus zwei zelligen, einander anliegenden Lamellen, die nichts anderes als eine Fortsetzung der Wände des Kiemensackes der Ascidien sind. Aus dieser inneren, zelligen Doppellamelle sollen sich auch nach den Angaben von Kowalevsky die meisten Hauptorgane der sich auf dem Stolo bildenden Knospe entwickeln. Bei *Doliolum* findet sich im dorsalen Auswuchse, wie wir schon gesehen haben, keine Spur irgend eines Theiles des Kiemensackes der Amme; wie später erläutert werden wird, dient auch der dorsale Auswuchs der *Doliolum*-Amme niemals zur Bildung von Knospen.

Bei mehreren Ascidien sind aber Gebilde bekannt, die, nach ihrem Bau zu urtheilen,

*) Kowalevsky, Почкованіе *Perophora Listeri* Wgm. въ Запискахъ Кіевск. Общ. Ест. T. I. 1870. In französischer Uebersetzung unter dem Titel: Sur le bourgeonnement du *Perophora Listeri* Wgm. in Revue des Sciences Naturelles. 1874.

dem dorsalen Auswuchse der *Doliolum*-Amme auffallend ähnlich sind. Ich spreche von den sogenannten »Mantelgefässen« einiger einfachen Ascidien, die schon seit den Untersuchungen von Kölliker über den Cellulosemantel der Tunicaten bekannt sind und in neuester Zeit eingehend von Osc. Hertwig untersucht wurden.*) Nach diesem Forscher ist bei *Phallusia mammillata* und *Cynthia microcosmus* der äussere Cellulosemantel von einer grossen Anzahl Blutgefässe durchsetzt, die als wenige Hauptstämme an einer Stelle in ihn eindringen und sich vielfach dichotomisch verästeln. Diese Gefässe bestehen aus einer einfachen Hervorstülpung der Epidermis der Ascidie, in der das Bindegewebe, das in der Leibeshöhle vorhanden, stark entwickelt ist. Dieses Bindegewebe, das aus einer homogenen, zuweilen faserigen Grundsubstanz und einer mehr oder weniger grossen Zahl von in diese Grundsubstanz eingelagerten Zellen besteht, bekleidet die Epidermiswand des Gefässes von der Innenseite und bildet ausserdem noch eine vertical stehende Scheidewand, die die Höhle des Gefässes in zwei secundäre, nebeneinander liegende Höhlen theilt. Diese aus Bindegewebe bestehende Scheidewand läuft aber nicht längs des ganzen Gefässes, sondern hört eine Strecke weit von der Spitze desselben auf. In Folge einer solchen Einrichtung findet sich an der Spitze des Gefässes ein Zusammenhang seiner beiden secundären Höhlen; das Blut, das in die eine secundäre Höhle des Gefässes gelangt ist, kann durch eine solche Einrichtung in die andere secundäre Höhle übergehen, und von dort den Weg in die Leibeshöhle der Ascidie finden. Bei der *Phallusia mammillata* nehmen solche Gefässe ihren Ursprung an einer Stelle des Ascidienkörpers, nämlich am Sattel; bei der *Cynthia microscosmus* fand O. Hertwig ein grosses Mantelgefäss an der Egestions-(Cloacal-)Oeffnung gelagert.**)

Vergleichen wir diese Angaben von O. Hertwig über Bau und Lage der Mantelgefässe im Körper der Ascidien mit dem, was wir über den dorsalen Körperauswuchs der *Doliolum*-Amme kennen, so stellt sich zwischen ihnen eine so grosse Aehnlichkeit heraus, dass es vollkommen berechtigt erscheint, die beiden Gebilde als morphologisch einander entsprechende anzusehen. Die Richtigkeit einer solchen Anschauung wird nicht nur durch den vollkommen gleichen Bau der in Rede stehenden Gebilde bewiesen, sondern auch durch ihre gleiche Lage im Körper der Thiere (an der Rückenseite), sowie durch ihre Anlage noch während des Larvenlebens. Ich halte darum den dorsalen Auswuchs der *Doliolum*-Amme für ein Gebilde, das den Mantelgefässen der Ascidien homolog ist. Wie weiter unten gezeigt wird, ist die Function des dorsalen Auswuchses der *Doliolum*-Amme auch eine der der Mantelgefässe der Ascidien fast vollkommen ähnliche; ganz ebenso wie die Mantelgefässe der Ascidien dient der dorsale Körperauswuchs der *Doliolum*-Amme zum Blutkreislaufe; der ganze Unterschied besteht nur darin, dass bei den Ascidien das in das Mantelgefäss gelangte Blut zur

*) Osc. Hertwig, Jenaische Zeitschrift VII. Bd. 1871. p. 51—54. Taf. 4, Fig. 5—8, Taf. 5, Fig. 13, Taf. 6, Fig. 30.

**) An Exemplaren der von C. Vogt beschriebenen *Anchinia rubra*, die mir von Herrn Dr. J. Barrois gütigst zur Untersuchung geopfert wurden, fand ich an der Dorsalseite des Thieres, dicht neben der Cloacalöffnung einen Epidermisauswuchs, der dem von *Doliolum* vollkommen ähnlich ist.

Ernährung des im Wachsen begriffenen äusseren Mantels dient, während bei der *Doliolum*-Amme der äussere Mantel als ein nicht lebendiger Theil des Organismus keine Nahrung braucht, und das in den Rückenauswuchs einströmende Blut zur Ernährung der auf ihm fixirten und im Wachsen begriffenen Brut dient. Zu diesem Zwecke hat auch die Epidermishülle des *Doliolum*-Auswuchses auf einer ihrer Seiten (der Dorsalseite) eine andere Beschaffenheit angenommen.

Im vierten Intermuscularraume der *Doliolum*-Amme, auf der Rückenseite, liegt der Nervenknoten, der dem Ganglion des Geschlechtsthieres vollkommen gleicht; die Wimpergrube, die ganz ebenso wie beim Geschlechtsthiere gebaut ist, mündet in die Pharyngealhöhle im dritten Intermuscularraume. Was die Vertheilung der Nerven im Körper anlangt, so vertheilen sich der vordere unpaare, sowie der hintere Nerv (der zuweilen mit zwei Wurzeln aus dem Ganglion seinen Ursprung nimmt, zuweilen auch vollkommen in zwei abgesonderte, nur mit einander anastomosirende Nerven zerfällt) ganz ebenso wie bei dem Geschlechtsthiere. Der vordere Ast des vordersten Nervenpaares giebt wie beim Geschlechtsthiere Zweige, die in den Mundlappen endigen, und ausserdem noch einen Ast ab, der im zweiten Muskelreifen sich verzweigt. Der hintere Ast dieses Nervenpaares vertheilt sich im dritten und vierten Muskelreifen und giebt ausserdem Nervenzweige ab, die im dritten Intermuscularraume in drei Gruppen von Sinneszellen endigen. Von diesen Sinneszellen sind zwei Gruppen in der Mitte der Körperseite gelagert (auf der linken Seite der Amme ist die hintere Sinneszellengruppe zum Gehörorgan umgebildet), während die dritte Sinneszellengruppe etwas dorsalwärts vom Endostyle ihre Lage hat. Das zweite Nervenpaar scheint bei der Amme viel stärker entwickelt zu sein, als beim Geschlechtsthiere; am fünften Muskelreifen angelangt, giebt dieses Nervenpaar einen kleinen Ast ab, der nach vorn in den vierten Zwischenmuskelraum verläuft und da in einer Sinneszelle sein Ende findet. Nach Abgabe dieses Aestchens konnte der Nerv des betreffenden Paares bis an die Bauchseite der Amme und bis an den siebenten Muskelreifen verfolgt werden. Während seines Verlaufes giebt er noch zwei bauchwärts verlaufende Nervenzweige ab; der eine entspringt vom Nerv im fünften Zwischenmuskelraume und vertheilt sich im fünften Muskelreifen; der andere Ast konnte eine Strecke weit im sechsten Muskelreifen verfolgt werden. — Die Nerven des dritten, hintersten Paares endlich innerviren die Ränder der Cloacalöffnung (unterer Ast des Nerven) und geben einen starken (oberen) Ast ab, der in den basalen Theil des dorsalen Auswuchses hineintritt. Hier angelangt, theilt sich jeder Ast in zwei kleinere Aestchen, von denen jedes in einer Gruppe von Sinneszellen endigt.

Von diesen vier Gruppen von Sinneszellen liegen zwei an der Rücken- und die anderen zwei an der Bauchwand des Auswuchses. Da die zwei an der Bauchwand des Auswuchses gelagerten Sinneszellengruppen aneinander gerückt sind, so finden sich im Ganzen drei Sinneszellenbatterien, von denen die ventrale unpaare (aus zwei unter sich vereinigten zusammengesetzt) die grösste ist. Eine von diesen Sinneszellengruppen ist in der Fig. 8 der Taf. 1 bei starker Vergrösserung abgebildet. Man sieht aus dieser Figur, dass die Batterie aus einer grossen Anzahl Sinneszellen besteht, die hart aneinander in einer Linie liegen, und

dass zu jeder Zelle ein dünnes Nervenfädchen vom Nervenzweige abgeht. Jede Sinneszelle lässt in sich eine Vacuole und einen hufeisenförmig gebogenen Kern unterscheiden und ist mit einem Sinnesfaden versehen. Vom hinteren Theile des Körpers einiger dieser Sinneszellen gehen zuweilen Ausläufer ab, die in den benachbarten Epidermiszellen verschwinden. Von Basalzellen konnte ich an diesen Sinneszellen niemals irgend welche Spur auffinden.

Ueber den Bau des Gehörorganes der *Doliolum*-Amme wurde schon früher (p. 56—57) berichtet. Hier verweise ich nur auf die zur Illustration des Baues dieses Organes dienenden Abbildungen (Taf. 1, Fig. 11 und 12).

Ueber die übrigen Organe der *Doliolum*-Amme habe ich nicht viel zu sagen, da sie den entsprechenden Organen des Geschlechtsthieres vollkommen gleichen. Der Endostyl der Amme liegt mit seinem Vorderende im zweiten Zwischenmuskelraume und reicht nach hinten bis an den fünften Muskelreifen; von Kiemenspalten sind, wie schon erwähnt wurde, bei allen Arten acht vorhanden. Der Ventralseite des Pericardiums dicht anliegend findet sich der nur bei der *Doliolum*-Amme vorkommende Stolo prolifer (rosettenförmiges Organ), über den ich hier noch einige Worte beifügen will.

Wir sahen, dass bei der Larve zu der Zeit, wenn ihr Schwanz schon reducirt und die sie umhüllende Eihaut abgestreift ist, der Stolo seine definitive Lage im Körper schon angenommen hat (p. 65). Er liegt zwischen Pericardium und Bauchwand des Thieres; die ihn zusammensetzenden Theile haben sich hart aneinander gedrückt und von den sie erzeugenden Theilen des *Doliolum*-Körpers vollkommen abgelöst. Jetzt aber beginnt die definitive Ausbildung des Organes, welche zum Theil schon von Keferstein und Ehlers, eingehender aber in neuester Zeit von Grobben verfolgt wurde.

Der Stolo beginnt rasch in die Länge zu wachsen, wobei er die vor ihm liegende Epidermiswand allmählich ausdehnt. In Folge hiervon gelangt sein zur Körperwand gewendetes Ende, von der ausgedehnten Epidermisschicht bekleidet, in Form eines Zapfens in den äusseren Mantel (Taf. 7, Fig. 11; Taf. 8, Fig. 6; Taf. 9, Fig. 6, 7). Dieser zapfenförmige Stolo wächst während des ganzen Lebens der Amme weiter und gelangt, den äusseren Mantel endlich durchbrechend, auf seine Oberfläche. Das geschieht in der Regel zu der Zeit, wenn die Metamorphose der Amme (von der gleich unten berichtet wird) schon ziemlich weit vorgeschritten ist.

Diese Metamorphose der Amme, die von einigen älteren Forschern schon beobachtet und notirt war, wurde als solche erst in neuester Zeit erkannt und in ihrer vollen Bedeutung gewürdigt. Schon Krohn*) gelang es, *Doliolum*-Ammen zu beobachten, bei denen einige von den inneren Organen, nämlich die Kiemenlamelle, fehlten; er betrachtete dieses Fehlen als ein zufälliges, von einer Verletzung abhängendes. Später traf auch Gegenbaur**) *Doliolum*-Ammen, bei denen nicht nur die Kiemenhaut ganz verschwunden, sondern auch

*) L. c. p. 60. *Doliolum Troscheli.*

**) Zeitschr. für wiss. Zool. V. 1854. p. 13.

der Darm nur selten noch vollkommen erhalten war; Keferstein und Ehlers*) beobachteten endlich *Doliolum*-Ammen, bei denen Kiemen, Darmtractus, Endostyl und die Wimperbänder verschwunden waren, während das Herz arbeitete und die Nasenröhre (Wimpergrube) wimperte. Diese Forscher konnten auch constatiren, dass von den Eingeweiden die Kieme zuerst verschwindet, nach ihr der Verdauungstractus in Zerfall geräth, und dann der Endostyl verschwindet u. s. w. Keferstein und Ehlers betrachteten dieses Verschwinden der Eingeweide der *Doliolum*-Amme schon nicht mehr als eine zufällige, aus irgend einer Verletzung entstehende, sondern als eine normal eintretende Erscheinung. Da sie aber nach dem Beispiel von früheren Forschern *Doliolum*-Ammen verschiedenen Alters als Ammen verschiedener Arten beschrieben und bei den jüngeren Ammen immer alle Eingeweide intact fanden, so betrachteten sie das allmählich eintretende Verschwinden der Eingeweide bei den *Doliolum*-Ammen als nur bei einigen *Doliolum*-Arten vorhanden. Den Nachweis, dass die Ammen aller *Doliolum*-Arten in einer gewissen Periode ihres Lebens sämmtliche Ernährungs- und Athmungsorgane verlieren, lieferte erst viel später Fol in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Schleimdrüse der Tunicaten.**) In neuester Zeit wurde dies wieder von Grobben in seiner schon mehrfach citirten Arbeit bestätigt.

Die Umbildungen, die in der Organisation der *Doliolum*-Amme mit ihrem Wachsthume eintreten, beschränken sich aber nicht auf dieses Verschwinden der Ernährungs- und Athmungsorgane; von mehreren Forschern wurde auch ein Wachsen der Muskelreifen der *Doliolum*-Amme beobachtet. So sprachen schon Keferstein und Ehlers über das sehr starke Wachsen der Muskelreifen bis zur gegenseitigen Berührung; eingehendere Untersuchungen über dieses Wachsen der Muskelreifen lieferte aber Grobben, der nachgewiesen hat, dass bei Ammen aller *Doliolum*-Arten gleichzeitig mit dem Verschwinden der inneren Organe die Muskelreifen stark in die Breite wachsen.

Ich hatte mehrfach Gelegenheit, eine grosse Zahl *Doliolum*-Ammen verschiedener Arten und verschiedenen Alters zu untersuchen, und kann im Grossen und Ganzen die Angaben von Grobben über die Ammenmetamorphose vollkommen bestätigen. Die aus der Larve sich entwickelnde Amme behält nur kurze Zeit ihre Eingeweide intact; schon bald zerreisst die Kiemenhaut, die in kurzer Zeit, wahrscheinlich durch mechanische Wirkungen, schon vollkommen zerstört wird. Die *Doliolum*-Amme erscheint zu dieser Zeit in Form eines doppelwandigen Fässchens, in dem die Pharyngealhöhle von der Cloakenhöhle nicht mehr zu unterscheiden ist. In Folge der Destruction der Kiemenhaut sind die Bauchwände der Pharyngeal- und Cloacalhöhlen stark nach unten gesunken; der in Folge dessen nach unten gesunkene Darmcanal geräth auch bald in Zerfall; ihm folgen der Endostyl und die Flimmerbänder.

Alle, die über das Schwinden der Organe der *Doliolum*-Amme berichteten, gaben keine präcise Definition der histologischen Vorgänge, die bei diesem Schwinden in den betreffenden

*) Keferstein und Ehlers l. c. p. 68.

**) Morphol. Jahrbuch I. 1876. p. 237.

Organen vor sich gehen, sondern sprachen nur über »Rückbildung« der Organe oder von ihrer »Resorption«. Grobben ist der einzige, der gelegentlich die Bemerkung macht, dass mit dem Zerfall der Organe die Zahl der Blutzellen im Körper der Amme beträchtlich zunimmt. Durch diese Bemerkung scheint er die Vermuthung aussprechen zu wollen, dass die Producte des Zerfalles der Organe als Blutzellen fortleben.

Eine sorgfältige Untersuchung der beim Schwinden der Organe stattfindenden Vorgänge führte mich zu der Ueberzeugung, dass beim Zerfall der Organe der *Doliolum*-Amme verschiedene Organe sich verschieden verhalten.

Der Darmcanal beginnt gleich nach dem Schwinden der Kiemenhaut sich umzubilden. Diese Umbildungen bestehen hauptsächlich in einer starken Verkleinerung des ganzen Organes, einer Verkleinerung, bei der aber die Umrisse des Organes vollkommen intact bleiben (Taf. 7, Fig. 9). Diese Verkleinerung hängt davon ab, dass die Höhle des Organes allmählich kleiner wird und die Wände des Organes, die aus scheinbar vollkommen unverändert gebliebenen Elementen zusammengesetzt sind, mehr und mehr aneinander rücken. Wenn die Höhle des Darmcanales vollkommen verschwunden ist und das ganze Organ ungefähr die Hälfte seiner früheren Grösse misst, dann beginnt eine Desaggregation der noch völlig lebenskräftigen Elemente des Organes. An seinem Vorder- oder Oesophagealende beginnen nun die Zellen sich von den zunächst stehenden loszulösen und in der Körperhöhle als amöboide Zellen, die den Blutzellen vollkommen gleichen, fortzubewegen. So desaggregirt sich allmählich der ganze Darmcanal; sein Analende zerfällt am spätesten und ist, wie schon Grobben bemerkte, auch bei den älteren *Doliolum*-Ammen noch immer unterscheidbar.

Wenn der Zerfall des Darmcanales in seine Elementartheile schon weit fortgeschritten ist, treten auch Veränderungen im Endostyle ein. Hier unterliegen einer fettigen Degeneration zuerst die Zellen, die in der Tiefe der Endostylrinne liegen und die langen Cilien tragen. Da die übrigen secernirenden Zellen des Endostyles ihre Function fortsetzen und die von ihnen secernirte Schleimmasse aus der Endostylrinne durch die Cilien nicht weggeschafft wird, so füllt sich die Rinne bald mit diesem Schleime an. Dann erst kommt das Absterben der secernirenden Endostylzellen; ihr Plasma füllt sich mehr und mehr mit einer grossen Menge Fetttropfen, während der Kern unsichtbar wird. Diese vom Endostyle abstammende Masse abgestorbener, fettig degenerirter Zellen bleibt, wie bereits Grobben bemerkt, noch lange Zeit an der Stelle des Endostyles im Körper der *Doliolum*-Amme. Mit der Zeit wird sie wahrscheinlich als Nahrungsmaterial verbraucht. Das Zerfallen der Wimperbögen, das ich nicht näher verfolgt habe, vollzieht sich später, wenn vom Endostyle nur ein Haufen entarteter Zellen übrig geblieben ist.

Der Angabe von Grobben, nach welcher gleichzeitig mit dem Zerfalle der Ernährungsorgane die übrig bleibenden Organe (Nervensystem, Herz, Musculatur) wachsen, kann ich nur theilweise beistimmen. Ich konnte nämlich mich niemals von einem Wachsthume des Herzens, sowie des Nervensystems überzeugen. Was die Muskelreifen anlangt, so nehmen sie, wie schon Keferstein und Ehlers wussten, mit dem Alter der Amme stark an Breite zu.

Dieses Wachsen der Muskelreifen geschieht, wie Grobben zuerst beobachtete, auf Kosten der Reihen von indifferenten Zellen, die zu gewisser Zeit in der Mitte der Muskelreifen zu beobachten sind, und die Grobben mit dem Namen »Wachsthumsstreifen« bezeichnet.

Bei den *Doliolum*-Larven bestehen die Muskelreifen ausschliesslich aus einer Lage spindelförmiger Muskelzellen, zwischen welchen niemals irgend welche andere Elemente vorkommen. Wie schon von Grobben gezeigt wurde, erscheinen zwischen den spindelförmigen Muskelzellen die indifferenten Zellen, die die »Wachsthumsstreifen« bilden, erst später, wenn die Larve schon vollkommen in die *Doliolum*-Amme umgewandelt ist. Dieses späte Auftreten der indifferenten Zellen, die zu Wachsthumsstreifen werden, scheint mir darauf hin zu deuten, dass sie nichts anderes als Blutzellen sind, die zwischen die Muskelfasern einwandern und hier zu neuen Muskelzellen sich ausbilden. Eine solche Vermuthung scheint mir um so mehr berechtigt zu sein, da die bei der jungen Amme vorkommenden Blutkörperchen, wie oben bereits gezeigt wurde, nichts anderes als embryonale Mesodermzellen sind, aus denen auch die Muskelzellen der Larve sich hervorgebildet haben.

Grobben hat sehr eingehend die verschiedenen Stadien der Metamorphose der Amme beschrieben und diese Beschreibung durch viele schöne Abbildungen illustrirt, so dass ich berechtigt zu sein glaube, auf eine neue Beschreibung desselben Gegenstandes zu verzichten. Ich erwähne hier nur, dass der Stolo prolifer der Amme zu der Zeit, wenn die Ernährungsorgane der Amme in Zerstörung gerathen, Knospen abzugeben beginnt. Zur Schilderung des Processes der Knospung gehe ich nun im folgenden Capitel über.

IV. Capitel.

Abschnürung der Urknospen vom Stolo prolifer der Amme. Wandern der Urknospen; ihre Theilung in Knospen; deren Fixirung auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme und auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres.

Im vorigen Capitel wurde bereits erwähnt, dass der Stolo prolifer der Amme zur Zeit ihrer vollkommenen Entwickelung stark in die Länge wächst und mit seiner Spitze den Theil der Epidermiswand, an den er anstösst, nach aussen treibt. Als Resultat eines solchen starken Wachsthums erhält der Stolo die Form eines langen Wulstes, der, von der mütterlichen Epidermis bekleidet, zapfenförmig aus dem Ammenkörper in die äussere Mantelschicht herausragt. Bei weiterem Wachsen durchbricht er den äusseren Mantel und gelangt mit seiner Spitze auf dessen Oberfläche. Da die Längsachse des Stolo perpendiculär zur Längs-

achse des Pericardiums gelegen ist, und der Pericardialschlauch mit seiner Längsachse von hinten und oben nach unten und vorn liegt, so ist der Stolo immer bei der *Doliolum*-Amme nach hinten gerichtet (Taf. 9, Fig. 6, 7).

Stolonen (rosettenförmige Organe) verschiedener Länge und mehr oder weniger weit entwickelt wurden schon von Keferstein und Ehlers, und neulich von Grobben beobachtet und beschrieben. Grobben war aber, wie bekannt, der Erste, der im »rosettenförmigen Organe« von Keferstein und Ehlers einen prolificirenden Stolo erkannte und das Abtrennen einzelner Theile von demselben beobachtete.

Nach den Angaben von Grobben theilt sich der Stolo prolifer, wenn er wurstförmig ausgewachsen ist, durch eine Anzahl von Querfurchen in eine gewisse Zahl verlängerter, wurstförmiger Körper, die sich von ihm lostrennen. Diese Theilstücke des Stolo prolifer sollen sich nach den Angaben von Grobben nicht weiter entwickeln und schon bald nach ihrer Abtrennung vom Stolo zu Grunde gehen. Grobben nennt diese entwickelungsunfähigen Producte »abortive Knospen« und sieht das »rosettenförmige Organ« als einen stark rückgebildeten Stolo an.

Die Angaben von Grobben über das Abschnüren länglicher, wurstförmiger Theilstücke vom Stolo prolifer der *Doliolum*-Amme kann ich vollkommen bestätigen; seine Behauptung aber über die Weiterentwickelungsunfähigkeit dieser vom Stolo abgelösten Theile ist entschieden unrichtig. Die vermeintlichen »abortiven Knospen« gehen nach ihrer Ablösung vom Stolo nicht zu Grunde, wie Grobben glaubt, sondern entwickeln sich weiter, wandern auf die Körperoberfläche der Amme, und theilen sich, einmal auf dem Rückenauswuchs derselben angelangt, in eine Reihe von Knospen, die sich bald auf dem Rückenauswuchse fixiren und zu den seit Gegenbaur bekannten Mittel- und Lateralsprossen umwandeln. Die »abortiven Knospen« von Grobben müssen deshalb mit den wurstförmigen Gebilden identificirt werden, die Derselbe an der Basis des dorsalen Auswuchses der Amme beobachtete und für die er den Namen »Urknospen« vorgeschlagen hat. In der weiteren Darlegung werde ich die vom Stolo abgelösten länglichen, wurstförmigen Theilstücke mit dem Namen »Urknospen« bezeichnen, während ich den Terminus »abortive Knospen« fallen lasse.

Wie schon Grobben bemerkt, ist es ziemlich schwer, vollkommen frische, unverletzte *Doliolum*-Ammen zur Beobachtung zu bekommen; bei der grössten Mehrzahl der mit dem feinen Netze gefischten älteren Ammen ist gewöhnlich der in der Theilung begriffene Stolo stark beschädigt. Im Auftriebe aber, der nach der in der Zoologischen Station üblichen Manier in gewissen Tiefen gesammelt wurde, fanden sich *Doliolum*-Ammen, die grösstentheils vollkommen unbeschädigt und lebensfrisch waren und mir das Material für die Beobachtung der Schicksale der vom Stolo prolifer abgelösten Theile lieferten.

Beobachtet man solche vollkommen frische, alte *Doliolum*-Ammen, so findet man gewöhnlich den Stolo prolifer stark in die Länge gewachsen und mit seinem freien Ende aussen auf dem Mantel ruhend. Durch eine Anzahl ringförmiger Querfurchen (bei *D. Mülleri* meistentheils vier, in einigen Fällen auch fünf) ist der Stolo in eine gewisse Zahl von verlängerten

Stücken getheilt, die einstweilen noch miteinander in Zusammenhang stehen (Taf. 9, Fig. 7). Bei näherer Betrachtung ist es nicht schwer, sich davon zu überzeugen, dass die Spitze des Stolo nicht frei auf der Manteloberfläche liegt, sondern an diese durch eine Anzahl feiner Ausläufer der Zellen der den Stolo überkleidenden Epidermis angeheftet ist. Beobachtet man nun eine Zeit lang diese Zellenausläufer bei starker Vergrösserung näher, so ist es nicht schwer zu bemerken, dass ihre Form einem beständigen Wechsel unterworfen ist, und dass sie alle Charactere sogenannter Pseudopodien besitzen. Es sind auch echte Pseudopodien, die von den Zellen der Epidermis, die den Stolo überkleidet, ausgeschickt werden.

Solche Pseudopodien findet man immer in grösserer Zahl an der Spitze des letzten Gliedes des Stolo, sowie in geringerer Zahl nahe dem distalen Ende aller übrigen Glieder. In der Mitte der Glieder schicken die Epidermiszellen nur äusserst selten Pseudopodien aus (Taf. 5, Fig. 8). Vermittelst dieser Pseudopodien wird der stark verlängerte Stolo auf der Manteloberfläche in seiner Lage gehalten.

Das der Spitze des Stolo zunächst gelegene Glied wird immer zuerst abgeschnürt. Gleich nach der vollzogenen Abschnürung der Urknospe wird sie vermittelst der Pseudopodien vom Stolo entfernt. Da der Stolo, wie oben schon bemerkt wurde, immer mit seiner Spitze nach hinten gerichtet ist, und der grösste Theil der Pseudopodien des zuerst sich von ihm abschnürenden Theiles an seinem freien Ende liegt, so wird immer die Urknospe vermittelst ihrer Pseudopodien auf das Hinterende des Ammenkörpers weggeschleppt. Dasselbe gilt nicht nur für die erste, sondern auch für alle vom Stolo abgehenden Urknospen. Damit wird auch die Thatsache erklärt, dass wandernde Urknospen nur äusserst selten am vorderen Körpertheile der *Doliolum*-Amme zu beobachten sind, während man auf der Hinterhälfte des Körpers fast bei jeder älteren Amme eine ziemlich grosse Zahl solcher, sich vermittelst Pseudopodien bewegender Theile des Stolo findet (Taf. 9, Fig. 6).

Ueber den Bau der Urknospen habe ich nicht viel zu sagen, da sie ebenso wie der sie abgebende Stolo prolifer organisirt sind. Unter der sie auskleidenden Epidermisschicht findet man die schon oben S. 65 beschriebenen sieben länglichen Zellenmassen, von denen drei unpaar und die vier übrigen paarig sind (Taf. 11, Fig. 1). Nach der Ablösung der Urknospe vom Stolo schickt ihre Epidermisschicht gewöhnlich eine grössere Zahl von Pseudopodien ab, die auch zu dieser Zeit viel häufiger an den Enden der Urknospe, als an ihren Seiten vorkommen (Taf. 9, Fig. 8, 9, 10 u. 11). Nach den angestellten Messungen bewegen sich die Urknospen auf der Manteloberfläche der Amme mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 0,06 mm in einer Minute.

Die Urknospen entwickeln sich nur in dem Falle weiter, wenn sie bei ihrem Wandern auf der Ammenkörperoberfläche auf einen für ihr Fortleben geeigneten Boden gelangen. Einen solchen Boden stellt die Rückenseite des früher beschriebenen Rückenauswuchses der Amme dar. Nur die hier angelangten Urknospen liefern weiter entwickelungsfähige Knospen, alle übrigen, in ihrem Wandern auf der Manteloberfläche der Amme verirrte Urknospen theilen sich in Knospen, die aber wegen Mangels an Nahrung schon bald zu Grunde

gehen. Solche an der Egestionsöffnung oder an irgend einem anderen Körpertheile der Amme, zuweilen auch in der Cloacalhöhle sich findende Urknospen sind nicht selten zu beobachten. Die in ihrem Wandern verirrten Urknospen gehen in der Regel zu Grunde, sie verlieren schon bald stark an Grösse, senden aus der sie überkleidenden Epidermis immer weniger Pseudopodien aus und fallen endlich vom Körper der *Doliolum*-Amme ab. Beobachtung solcher in ihrem Wandern verirrten Urknospen führte wahrscheinlich Grobben zu der Annahme seiner »abortiven Knospen«. Die vom Stolo prolifer der Amme abgegangenen, wurstförmigen Theile, die auf die Dorsalfläche des dorsalen Auswuchses derselben gewandert sind, entgingen auch, wie bekannt, Grobben nicht; er glaubte aber, dass sie vom dorsalen Auswuchse der Amme producirt seien, und bezeichnete nur die auf geeigneten Boden gelangten Theilstücke des Stolo prolifer als Urknospen. Zum Beweise aber, dass diese Urknospen von dem dorsalen Auswuchse der Amme wirklich producirt werden, führt Grobben keine einzige Beobachtung an.

Grobben ist der Meinung, dass der dorsale Körperauswuchs der Amme nur eine Urknospe producirt, und dass alle später auf diesem Auswuchse sich findenden Urknospen von dieser ersten abstammen. Nach den Angaben des Wiener Zoologen sollen aus der ersten, aus dem dorsalen Körperauswuchse entstehenden Urknospe nicht nur die Knospen abgehen, die zu den sogenannten »Lateralsprossen« sich entwickeln, sondern auch neue Urknospen sich ausbilden, die das Material zu den sogenannten »Mittelsprossen« geben. Grobben giebt keine detaillirten Beschreibungen der Vorgänge der Bildung der Urknospen und Knospen aus der ersten, vom dorsalen Auswuchse der Amme entstehenden Urknospe, er lässt auch unerwähnt, ob die erste Urknospe, die nach seiner Meinung das Material für alle Lateral- und Mittelsprossen giebt, die auf dem dorsalen Auswuchse der Amme sich finden, anders (wie das zu erwarten wäre) gebaut ist, als die von ihr abstammenden, später erscheinenden Urknospen, die nur das Material zu den sogenannten Mittelsprossen enthalten.

Diesen Angaben von Grobben kann ich nicht beistimmen. Wie jeder, der Gelegenheit hat, eine Anzahl frischer, ausgewachsener *Doliolum*-Ammen zu beobachten, sich leicht überzeugen kann, ist, wie das auch zu erwarten war, die Zahl der Urknospen auf dem dorsalen Auswuchse der Amme eine sehr unbeständige. Zuweilen trifft man Ammen, auf deren Auswuchs nur eine Urknospe angelangt ist, während die übrigen noch auf dem Körper der Amme wandern; andere Male trifft man zwei, drei und mehrere Urknospen beisammen auf der Dorsalseite des dorsalen Auswuchses der Amme angeheftet. Ich sehe auch natürlich die Anschauungsweise von Grobben als vollkommen falsch an, nach welcher aus der ersten Urknospe die anderen abstammen sollen. Alle Urknospen stammen direct vom Stolo prolifer der Amme und liefern ausschliesslich Material für Knospen. Nur die einzige von den oben angeführten Angaben von Grobben kann ich bestätigen, nämlich die, dass von der zuerst auf dem dorsalen Auswuchs der Amme angelangten Urknospe immer nur Knospen abgehen, die zu den sogenannten Lateralsprossen sich ausbilden.

Ueber das Abgehen der Knospen von den Urknospen, die auf dem dorsalen Auswuchse

der Amme sich finden, haben wir nur einige dürftige Angaben von Grobben. Nach diesem Autor sollen von der ersten Urknospe »abwechselnd rechts und links Knospen sich abschnüren.« Diese Angabe scheint mir wieder dem wirklichen Sachverhalte nicht zu entsprechen. Nach meinen Beobachtungen theilt sich die erste, auf den dorsalen Auswuchs der Amme angelangte Urknospe, sowie alle ihr folgenden, immer in derselben Weise; es entsteht nämlich näher dem einen Ende der Urknospe eine quer verlaufende Ringfurche, durch die die Urknospe in zwei mehr oder weniger ungleiche Theile halbirt wird. Eine solche Theilung der Urknospe wiederholt sich, bis sie in eine Anzahl kleiner, kugelrunder Knospen zerfällt, die ähnlich wie die sie producirende Urknospe die Fähigkeit besitzen, aus der sie überkleidenden Epidermisschicht Pseudopodien auszusenden, vermittelst deren sie auf dem dorsalen Auswuchse der Amme fest haften. Eine solche eben von einer Urknospe abgeschnürte Knospe, die mit den Pseudopodien der Epidermiszellen sich fortbewegt, ist bei starker Vergrösserung in der Fig. 12 der Taf. 9 nach dem Leben abgebildet. Wandernde Urknospen, von denen einige in der Theilung begriffen sind, sind in den Fig. 9—11 der Taf. 9 auch nach dem Leben mit den sie tragenden, dorsalen Körperauswüchsen der Amme, auf denen auch einige Knospen verschiedenen Alters angeheftet sind, abgebildet. In Taf. 9, Fig. 6 ist eine Amme von *D. Mülleri* abgebildet, auf deren Körper, sowie auf deren dorsalem Körperauswuchse mehrere Urknospen sich fortbewegen.

Die Knospen, welche von der zuerst auf den noch wenig entwickelten dorsalen Auswuchs angelangten Urknospe sich abschnüren, liegen gewöhnlich unregelmässig geordnet dicht an der Basis des dünneren, verlängerten Theiles des Auswuchses. Nachdem diese von der Urknospe abgegangenen Knospen eine Zeitlang auf der Dorsaloberfläche des Körperauswuchses gewandert sind, setzen sie sich endlich grösstentheils an der Basis des oben erwähnten Theiles des Auswuchses, gleich neben seiner Knickung fest.

Dieses Festsetzen der Knospen auf dem Dorsalauswuchse der Amme besteht darin, dass die Epidermispseudopodien eingezogen werden und die Zellen der Stelle der Epidermis, mit welcher die Knospe dem Körper der Amme anliegt, stark in die Höhe wachsen und so eine Art Sohle bilden. Mit dieser verdickten Stelle der Epidermis befestigt sich die Knospe an die hohen, saftigen Zellen der Rückenseite des dorsalen Auswuchses der Amme. Vermittelst dieser zwei hart nebeneinander liegenden verdickten Zellschichten (der Zellen der Sohle der Knospe und der Zellen der Epidermis der Rückenseite des dorsalen Körperauswuchses der Amme) wird wahrscheinlich auf endosmotischem Wege der Nahrungswechsel zwischen der Amme und der auf ihrem Körper fixirten, von ihr abstammenden Brut hergestellt. Dass der Nahrungswechsel auf diesem Wege vollführt wird, deutet, wie mir scheint, die Beschaffenheit der Zellen der Epidermis auf der Dorsalfläche des dorsalen Auswuchses der Amme, sowie der Zellen der Sohle der Knospe an. Diese Zellen sind, wie schon früher einmal bei Besprechung des Baues des dorsalen Auswuchses der Amme erwähnt wurde, hohe, von Plasma erfüllte, lebensvolle Zellen, die vollkommen zur Bildung eines Nährbodens geeignet zu sein scheinen.

Bald nachdem diese ersten Knospen an der Basis des dorsalen Auswuchses der Amme mehr oder weniger haufenweise sich festgesetzt haben, beginnen sie sich, wie schon seit Gegenbaur bekannt ist und neuerlich wieder von Grobben beobachtet wurde, in zwei Reihen an den Seiten des dorsalen Auswuchses zu ordnen, und zwar so, dass sich diese zwei Reihen gegen die Basis des Auswuchses einander nähern. Aus diesen Knospen entwickeln sich die Ernährungsthiere der Geschlechtsgeneration (Lateralsprossen der Autoren), Thiere, die, wie bereits erwähnt wurde, die Aufgabe haben, die sie tragende Amme zu ernähren.

Mir scheint die Richtigkeit der Angaben von Grobben sehr zweifelhaft zu sein, nach welcher die Knospen, die zur Bildung der Ernährungsthiere dienen, ausschliesslich von der ersten Urknospe abstammen. Wenn das richtig wäre, so müsste die erste Urknospe, die nach Grobben ausserdem andere Urknospen von sich abgeben soll, riesengross sein. Es gelang mir, *Doliolum*-Ammen zu beobachten, die einen dorsalen Auswuchs besassen, der sieben bis acht Mal die Körperlänge der Amme übertraf und der an seinen beiden Seiten dicht mit Ernährungsthieren in verschiedenen Stadien besetzt war. Eine solche Masse von Knospen konnte gewiss nicht eine Urknospe liefern. Wahrscheinlich wird das Material mehrerer, zuerst auf dem Dorsalauswuchs der Amme angelangter Urknospen zur Bildung der Ernährungsthiere verbraucht.

Aus den später auf den Rückenauswuchs der Amme gewanderten Urknospen, die sich ebenso wie die zuerst angelangten Urknospen theilen, kommen Knospen hervor, die, wie auch seit Gegenbaur bekannt ist, sich zu den Pflegethieren der Geschlechtsgeneration (Mittelsprossen der Autoren, zweite Ammengeneration Grobben's) ausbilden. Diese Urknospen, die das Material zum Aufbau der Pflegethiere geben, bleiben nicht, wie die ersten Urknospen, an der Basis des zu dieser Zeit lang ausgewachsenen Dorsalauswuchses, sondern verbreiten sich längs seiner ganzen Rückenseite. Von den so längs des ganzen Dorsalauswuchses verbreiteten Urknospen trennen sich zu gleicher Zeit Knospen ab, die längs der Mittellinie des dorsalen Auswuchses gruppenweise sich anordnen.

Die Ursache einer so verschiedenen Vertheilung der in verschiedener Zeit auf den Rückenauswuchs der Amme gelangenden Urknospen muss man, wie mir scheint, in den Wachsthumsverhältnissen des dorsalen Körperauswuchses suchen. Die zuerst auf dem noch kleinen Auswuchs ankommenden Urknospen bleiben an seiner Basis, wo sie auch Knospen abgeben, die sich unweit der Urknospen haufenweise fixiren. Zu dieser Zeit beginnt der dorsale Körperauswuchs stark in die Länge und in die Breite zu wachsen. In Folge eines solchen Wachsens werden die auf dem Auswuchse fixirten Knospen an den Seiten des Auswuchses in zwei divergirende Reihen geordnet. Zu der Zeit, wenn die nächst folgenden Urknospen auf dem dorsalen Auswuchs anlangen, beginnt er wahrscheinlich noch stärker in die Länge zu wachsen, während das Wachsen in die Breite stark abnimmt. In Folge dessen werden die neu angekommenen Urknospen längs der ganzen Dorsalseite des Auswuchses verbreitet. In dieser Reihe von Urknospen müssen selbstverständlich die, welche näher der freien Spitze des Auswuchses liegen, die ältesten sein, während umgekehrt die, welche näher an

seiner Basis liegen, die jüngsten sind. Da alle diese auf der Rückenseite des Auswuchses liegenden Urknospen in demselben Alter Knospen abzugeben beginnen, so müssen die älteren, näher der Spitze des Auswuchses liegenden Urknospen zu gewisser Zeit mehr Knospen abgegeben haben als jüngere, näher der Basis des Auswuchses sich findende. Ausserdem müssen zwischen den von den Urknospen abgetrennten Knospen um so mehr Knospen grösseren Alters sich finden, je näher sie der Spitze des Auswuchses liegen. Was ich Gelegenheit hatte, über die Lage der Urknospen und Knospen auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme zu beobachten, stimmt in so hohem Grade mit dem überein, was so eben als nothwendige Folge der vermutheten Wachsthumsverhältnisse des dorsalen Körperauswuchses angeführt wurde, dass mir wenigstens kein Zweifel bleibt, dass der dorsale Körperauswuchs der Amme wirklich so wächst, wie es geschildert wurde, und dass die Vertheilung der Knospen und Urknospen auf seiner Oberfläche von diesen Wachsthumsverhältnissen abhängig ist.

Die ersten und bis jetzt die einzigen Beobachtungen über die Bildung der Pflegethiere (Mittelsprossen Gegenbaur's, zweite Ammengeneration Grobben's) sind, wie bekannt, von Gegenbaur mitgetheilt. Nach den Angaben dieses Forschers sollen längs der ganzen dorsalen Seite des dorsalen Körperauswuchses der Amme die Knospen in der Mittellinie gruppenweise geordnet sein. »3—6 Knospen sind in der Medianlinie des Keimstockes zusammengruppirt, und einige von diesen Knospen sind weiter in der Entwickelung vorgeschritten, als die übrigen derselben Gruppe, aber in der Weise, dass vom Anfang bis zum Ende des Keimstockes eine fortschreitende Ausbildung sich erkennen lässt. Bei der Durchmusterung eines wohl erhaltenen Keimstockes trifft man dann auf der ganzen Länge immer eine oder zwei entwickelte, neben anderen nur in der ersten Anlage begriffenen Knospen, und zwar ist die Ausbildung eine um so vollkommenere, je näher die Knospe am Keimstockende sitzt. Characteristisch für die Sprösslinge der Medianreihe ist daher vor Allem ihre beständige Neubildung, nicht nur an der Basis des Keimstockes, wo eine Neubildung auch für die Lateralsprösslinge besteht, sondern auf der ganzen Länge des Keimstockes, so dass das äusserste Ende desselben noch Mediansprösslinge producirt, während die Seitenreihen schon lange steril wurden.«*) Diese Beobachtungen von Gegenbaur wurden von den späteren Forschern (Keferstein und Ehlers, Grobben) nur bestätigt, aber nicht weiter geführt.

An dem im Mittelmeere gemeinen *D. Mülleri* ist es, wie schon von Grobben bemerkt wurde, sehr schwer, fast unmöglich, die Entstehung solcher Knospen zu verfolgen, die zu Pflegethieren sich ausbilden. Gewöhnlich trifft man Ammen dieser Species, die nur mit kurzem, schwach entwickeltem dorsalen Auswuchs versehen sind, auf dem einige mehr oder weniger weit ausgebildete Ernährungsthiere sich finden und nur sehr wenige junge Knospen, die zu Pflegethieren werden, zu beobachten sind. Mir wäre es deshalb auch unmöglich gewesen, die Entstehung dieser Medianknospengruppen näher zu studiren, wenn ich nicht durch die Güte des Herrn Prof. A. Kowalevsky in den Stand gesetzt worden wäre, ein von ihm in der Bucht von Villa-

* L. c. p. 294.

franca erbeutetes prachtvolles Exemplar einer riesengrossen *Doliolum*-Amme zu untersuchen. Diese Amme, die einen 18 cm langen dorsalen Körperauswuchs besass, und die vorzüglich in Chromsäurelösung conservirt war, ist wahrscheinlich mit der Amme identisch, an der Gegenbaur seine Untersuchungen anstellte, und gehört aller Wahrscheinlichkeit nach dem *D. Ehrenbergii* Kr. an. Der Rückenauswuchs dieser Amme war dicht mit Ernährungs- und Pflegethieren in den verschiedensten Stadien der Entwickelung besetzt.

Bei näherer Untersuchung des dorsalen Körperauswuchses dieser Amme mit stärkeren Vergrösserungen erwies sich, dass in der Mittellinie seiner Rückenseite ein breiter Streifen, aus verlängerten, wurstförmigen Körpern bestehend, längs des ganzen Auswuchses hinläuft (Taf. 10, Fig. 1 u. 2). Jeder wurstförmige Körper aus dem erwähnten Streifen (Taf. 10, Fig. 3) ist mit einer zelligen Epidermis bekleidet und aus einer Anzahl von Längswülsten zusammengesetzt, die alle aus distincten Zellen bestehen; die Zellen eines von diesen Wülsten sind grösser als die Zellen aller übrigen. An optischen Querschnitten unterscheidet man, dass die Zahl dieser Zellenwülste sieben ist, und dass sie ganz ebenso wie in der oben beschriebenen Urknospe, die vom Stolo prolifer der Amme abgegangen ist, gelagert sind. Es sind auch ohne Zweifel echte Urknospen, die vom Stolo der Amme producirt sind.

Eine weitere Untersuchung dieses Urknospenstreifens zeigt, dass er in verschiedenen Theilen des dorsalen Auswuchses der Amme Verschiedenheiten darbietet. So sehen wir, dass die Urknospen an der Basis des Auswuchses (Taf. 10, Fig. 2) grösser und viel dichter aneinander gelagert sind, während sie mit der Entfernung von der Basis des Auswuchses (Taf. 9, Fig. 1) immer kleiner werden und weiter voneinander gelagert sind. Diese Vertheilung der Urknospen auf dem dorsalen Auswuchse stimmt, wie man sieht, vollkommen überein mit dem, was zu erwarten war, sobald man nur dem Wachsthum des Auswuchses den oben dargelegten Einfluss auf die Vertheilung der Urknospen zuschrieb.

Viele der den Urknospenstreifen zusammensetzenden Urknospen sind in der Theilung begriffen, die ganz ebenso, wie früher beschrieben wurde, vor sich geht. Die von den Urknospen abgehenden Knospen fixiren sich an den Seiten des Urknospenstreifens. Wie schon Gegenbaur bemerkte, gruppiren sich die Knospen gewöhnlich zu Haufen. Jeder Knospenhaufen der einen Seite entspricht dem Raume zwischen zwei Haufen der anderen Seite, so dass die Knospenhaufen in einer Zickzacklinie geordnet erscheinen. An der Basis des Auswuchses, wo noch eine grosse Zahl grosser Urknospen sich finden, sind nur wenige und junge Knospen, während je weiter von der Basis des Auswuchses, desto zahlreicher und älter die Knospen sind, die Urknospen aber, die ihr Material zur Bildung der Knospen verbraucht haben, an Zahl und Grösse weniger erscheinen.

Nicht alle Urknospen des auf der Rückenseite des dorsalen Auswuchses der Amme sich findenden Urknospenstreifens schreiten aber zur Bildung der Knospen, aus denen Pflegethiere sich ausbilden. Einige Urknospen bleiben längere Zeit ungetheilt und geben erst viel später Knospen ab, die sich zu Geschlechtsthieren ausbilden.

Seit Gegenbaur, der die Lateral- und Mittelsprossen des dorsalen Auswuchses der

Amme entdeckte, wurde allgemein angenommen, dass aus den Mittelsprossen ungeschlechtliche Doliolen sich ausbilden, die mit einem Bauchstolo versehen sind; auf diesem vermeintlichen Stolo prolifer sollten durch Knospung Geschlechtsthiere entstehen. Von Gegenbaur wurden an der Vorderseite des Stieles der noch unentwickelten Mittelknospe »einige höckerige Protuberanzen« beobachtet, die später, wenn das ungeschlechtliche achtmuskelige *Doliolum* (Pflegethier), das aus der Mittelknospe sich ausbildet, vom dorsalen Körperauswuchse der Amme sich ablöst, zu Doliolen einer neuen Generation sich entwickeln.*) Von Keferstein und Ehlers wurde bewiesen, dass aus diesen Knospen, die sich auf dem Stiele des aus der Mittelknospe hervorgegangenen Pflegethieres finden, achtmuskelige, mit Geschlechtsorganen versehene Doliolen sich ausbilden.

Nach den Angaben dieser Autoren ist der »Keimstock« (der vermeintliche Bauchkeimstock des Pflegethieres) nur ein Theil des Stieles, mit welchem der Spross früher aufsass, und der als ein kleiner, schräg nach hinten stehender Stumpf persistirt. Aus der Unterseite dieses Stumpfes tritt gerade nach unten ein kurzer Fortsatz heraus, der an seinem Ende einen Haufen Knospen trägt, welche alle zu geschlechtlichen Formen werden.**) Der neueste Beobachter von *Doliolum*, Grobben, schildert die Sache etwas anders als Keferstein und Ehlers. Nach Grobben trägt der Bauchfortsatz des achtmuskeligen ungeschlechtlichen *Doliolum* (das aus der Mittelknospe sich ausgebildet hat, Pflegethier nach meiner Terminologie, zweite Ammengeneration nach Grobben), der aus dem Stiel hervorgegangen ist***), mittelst dessen dieses achtmuskelige, ungeschlechtliche *Doliolum* am dorsalen Körperauswuchse der Amme aufsass, »an seiner vorderen Seite eine Urknospe«, die den Urknospen, die auf jenem sich finden, vollkommen gleicht. »Nach rückwärts folgt auf die Urknospe eine Anzahl nach hinten an Grösse zunehmender Sprosse. Diese Sprosse werden wieder zu Geschlechtsthieren. Auch bei dieser Ammengeneration können mehrere Urknospen am Stolo vorhanden sein«.

So lauten die früheren Angaben über die Entstehung der Knospen, aus denen sich die Geschlechtsthiere ausbilden. Von allen diesen Angaben entsprechen die von Grobben am meisten dem wirklichen Sachverhalte, obwohl auch sie sehr unvollständig zu sein scheinen.

Auf der Vorderseite des ventralen Auswuchses des Körpers des Pflegethieres findet man gewöhnlich, wie Grobben zuerst beobachtet hat†), eine Urknospe (Taf. 9, Fig. 1, 4, 5, Taf. 10, Fig. 8). Seine Angabe über das Vorhandensein mehrerer Urknospen auf dem Körperauswuchse des Pflegethieres konnte ich nicht bestätigen. In allen von mir beobachteten zahl-

*) L. c. p. 296. **) L. c. p. 70.

***) L. c. p. 55. Auf S. 85 seiner Abhandlung spricht Grobben die Vermuthung aus, dass dieser Bauchfortsatz des Pflegethieres vielleicht dem Bauchstolo anderer Tunicaten entspricht. Während Grobben auf S. 55 seiner Abhandlung bestimmt sagt, dass dieser Bauchfortsatz »nicht als Stolo bezeichnet werden kann«, nennt er auf S. 85 ihn wieder Stolo prolifer.

†) Die Urknospe, die auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres sitzt, wurde, wie es scheint, auch von Keferstein und Ehlers beobachtet. Für die Urknospe halte ich den »kurzen Fortsatz, der an seinem Ende einen Haufen von Knospen trägt«, und der nach den Angaben dieser Forscher auf dem Reste des Stieles liegt.

reichen Fällen war immer nur eine Urknospe auf dem Ventralkörperauswuchse vorhanden. Die Urknospe war vollkommen denen ähnlich, die sich vom Stolo prolifer der Amme abschnüren und die an verschiedenen Theilen des Ammenkörpers, sowie auf ihrem dorsalen Körperauswuchse sich finden.*) Die »höckerigen Protuberanzen«, die Gegenbaur auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres beschreibt und abbildet**), sind wohl nichts anderes als diese Urknospe und die von ihr abgehenden Knospen.

Grobben ebenso wenig wie Keferstein und Ehlers theilen etwas über den Modus der Ausbildung dieser am ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres vorkommenden Urknospe mit. Ohne Beobachtungen über diesen Punkt gemacht zu haben, nehmen sie einfach an, dass die Urknospe aus den Geweben des Körperauswuchses des Pflegethieres gebildet ist. Gegenbaur theilt nur die Beobachtung mit, dass seine »höckerigen Protuberanzen« schon am Stiele der noch lange nicht entwickelten Mediansprossen zu beobachten sind.

An dem Material, an dem Grobben und Keferstein und Ehlers gearbeitet haben (an kleinen Exemplaren der Arten *D. Ehrenbergii* und *Mülleri*), ist es sehr schwer, wie schon oben erwähnt wurde, die Herstammung dieser auf dem Pflegethiere sich findenden Urknospe zu ermitteln. Wie gesagt, trifft man sehr selten solche Ammen dieser Arten, auf deren Rückenauswuchse mehrere solcher Mittelsprossen vorhanden wären. Ausgewachsene, frei schwimmende Pflegethiere dieser Art trifft man wohl öfters und in grosser Zahl; bei allen solchen Pflegethieren ist aber immer die Urknospe schon vollkommen entwickelt, und grösstentheils sind schon von dieser Urknospe eine grössere oder geringere Zahl von Knospen abgegangen (Taf. 9, Fig. 4 u. 5, Taf. 10, Fig. 8). An solchen vollkommen ausgebildeten Pflegethieren war folglich nichts über die Entwickelung der Urknospe zu suchen; die Urknospe wird wahrscheinlich im früheren Alter der Mittelknospe auf ihrem Stiel angelegt, wahrscheinlich zu der Zeit, wenn die Knospe noch am dorsalen Auswuchse der Amme angeheftet ist. Mit einer solchen Vermuthung stimmt einigermaassen die bereits erwähnte Angabe von Gegenbaur, dass seine »höckerigen Protuberanzen« am Stiele der noch unausgebildeten Knospe sich vorfinden.***)

Auf dem dorsalen Auswuchse der schon mehrmals erwähnten grossen *Doliolum*-Amme aus der Bucht von Villafranca hatte ich Gelegenheit gehabt, eine sehr grosse Zahl von Mittelsprossen verschiedenen Alters zu untersuchen. An diesem Material konnte ich mich vollkommen von der Richtigkeit der oben angeführten Angaben von Gegenbaur überzeugen. Die Urknospen fanden sich schon am Stiele der Mittelsprossen, die noch lange nicht am Ende ihrer Entwickelung angelangt und noch an den Rückenauswuchs der Amme angeheftet waren. Beim Durchmustern einer grossen Zahl von Pflegethieren verschiedenen Alters fiel

*) Die Aehnlichkeit der Urknospe, die auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres sich findet, mit den Urknospen, die am Körper der Amme zu beobachten sind, ist eine so grosse, dass Grobben die Möglichkeit fand, die Schilderung des Baues der letztgenannten Urknospe (l. c. p. 41) durch die Abbildung einer Urknospe vom Körperauswuchse des Pflegethieres (l. c. Taf. IV, Fig. 24) zu illustriren.

**) L. c. Taf. XIV, Fig. 3, 4.

***) L. c. p. 295.

mir noch die eigenthümliche Thatsache in die Augen, dass, wenn eine Urknospe am Stiele vorhanden war, sie immer schon vollkommen ausgebildet erschien; von irgend welchen Entwickelungsstadien fand ich keine Spur. Das blieb mir lange unerklärlich, bis ich wieder zu der Untersuchung der ausgewachsenen Pflegethiere von *D. Mülleri* mich wandte, um die Verhältnisse zwischen der Urknospe und dem sie tragenden ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres näher zu studiren.

Diese Untersuchung zeigte mir bald, dass diese Urknospe, ebenso wie die Urknospen, die auf dem Ammenkörper sich finden, ein Gebilde ist, das in gar keinem organischen Zusammenhange mit dem es tragenden Thiere steht. Die Urknospe, die auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres sich findet, ist von einer ihr eigenen Epidermis überzogen, die nicht in die Epidermis des Pflegethieres übergeht, und besitzt, ebenso wie die Urknospen, die auf der *Doliolum*-Amme sich finden, die Fähigkeit, durch die von den Zellen der Epidermisschicht ausgesandten Pseudopodien ihren Platz zu verändern. Solche auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres wandernde Urknospen sind nach dem Leben in den Figuren 1, 2 u. 3, Taf. 9 abgebildet. Die vollkommene Abwesenheit der Entwickelungsstadien der Urknospen, die auf dem Stiele der Mittelknospen resp. dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres sich finden, wird somit verständlich. Eine der Urknospen aus dem Urknospenstreifen, der längs der Dorsalseite des dorsalen Körperauswuchses der Amme hinläuft, gelangt bei ihrer Wanderung auf den Stiel der jungen Mittelsprosse. Nachdem diese Mittelsprosse in ein Pflegethier ausgewachsen ist, wird die Urknospe von dem jetzt vom dorsalen Körperauswuchse der Amme sich ablösenden Pflegethiere weggetragen. Von dieser Urknospe gehen später Knospen ab, die zu Geschlechtsthieren sich ausbilden. Die Theilung der am ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres sitzenden Urknospe geht ganz in derselben Weise vor sich, wie bei den Urknospen, die auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme zu beobachten sind. In Taf. 9, Fig. 3 ist eine solche in der Theilung begriffene Urknospe nach dem Leben abgebildet. Wie schon gesagt, habe ich immer nur eine Urknospe auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres beobachtet; es ist aber wohl möglich, dass in einigen Ausnahmefällen auch mehrere Urknospen auf das Pflegethier überwandern, wie Grobben auch beobachtet hat.*)

Aus allem Gesagten geht klar hervor, dass die Geschlechtsthiere ebenso wie die Ernährungs- und Pflegethiere (Lateral- und Mittelsprossen [zweite Ammengeneration, Grobben]), von Urknospen abstammen, die abgelöste Theile des Stolo prolifer der Amme sind; dass folg-

*) Dass zuweilen auf den Stiel einer Mittelsprosse nicht eine, sondern mehrere Urknospen gelangen, scheinen mir die folgenden, ein paar Mal beobachteten Fälle zu beweisen. Im März 1882 traf ich einige Male junge Geschlechtsdoliolen der Art *Mülleri* Kr., auf deren Stiel sich eine in der Theilung begriffene Urknospe fand. Diese Fälle kann ich nur so mir erklären, dass der ventrale Körperauswuchs des Pflegethieres, auf dem diese Geschlechtsthiere sich ausbildeten, zwei Urknospen trug. Aus der einen, früher auf dem ventralen Körperauswuchs angelangten Urknospe stammten die Knospen, die sich zu Geschlechtsthieren entwickelten, während die andere, später auf dem ventralen Körperauswuchs des Pflegethieres angelangte Urknospe sich auf den Stiel einer schon weit entwickelten Geschlechtsknospe verirrte und nach Ablösung des ausgebildeten Geschlechtsthieres mit ihm weggeschleppt wurde.

lich die Geschlechtsthiere nicht von den Pflegethieren (zweite Ammengeneration, Grobben) abstammen, wie bisher angenommen wurde, sondern mit diesen und den Ernährungsthieren (Lateralsprossen) einer Generation angehören. Diese zweite, geschlechtliche Generation von *Doliolum* ist folglich eine polymorphe. Wie im nächsten Capitel ausführlich gezeigt werden wird, entwickeln sich die Genitalanlagen der Knospen nur bei einigen Individuen dieser Generation zu Geschlechtsorganen, während sie bei allen anderen Individuen sich zurückbilden. Diese geschlechtslos bleibenden Individuen der geschlechtlichen Generation von *Doliolum* bilden sich zu Geschöpfen um, die theils zur Ernährung der Amme, theils zur Aufzüchtung der zu Geschlechtsthieren sich ausbildenden Knospen speciell eingerichtet sind.

Ehe ich zur Schilderung der Entwickelung der von den Urknospen abgegangenen Knospen übergehe, muss ich noch einige Worte über den Bau des ventralen Körperauswuchses des Pflegethieres beifügen. Diese Schilderung ist, glaube ich, hier am Platze, da es ohne sie unverständlich bleibt, wie die Ernährung der von der Urknospe abgelösten und auf dem ventralen Auswuchse fixirten Knospen vor sich geht.

Der dorsale Körperauswuchs der Amme bietet, wie oben gezeigt wurde, auf seiner Dorsalseite einen Nährboden, der aus hohen, lebensvollen Zellen besteht; an diese von Plasma erfüllten Epidermiszellen der dorsalen Seite des Rückenauswuchses legen sich die ebenso gestalteten Zellen der Sohle der Knospe an. Vermittelst dieser zwei umgebildeten Stellen der Epidermis der Knospe einerseits und des dorsalen Körperauswuchses der Amme andererseits wird die Ernährung der Knospe auf endosmotischem Wege ermöglicht. Eben solche Verhältnisse finden sich auch zwischen den Knospen, die zu Geschlechtsthieren sich ausbilden, und dem Pflegethiere. Der ventrale Körperauswuchs des Pflegethieres ist ebenso wie die Rückenseite des dorsalen Körperauswuchses der Amme an seiner Vorderseite durch eine Epidermis begrenzt, die aus hohen, von Plasma erfüllten Zellen besteht und die Rolle eines Nährbodens spielt. Die Knospen, die sich von der am Pflegethiere sich findenden Urknospe abschnüren, entwickeln auch auf einer Stelle der sie überkleidenden Epidermis eine Sohle, die dem Nährboden des ventralen Körperauswuchses des Pflegethieres sich anlegt: diese zwei sich berührenden Stellen der Epidermis ermöglichen auch hier den Wechsel der Ernährungsstoffe zwischen Pflegethier und der auf seinem Körper sitzenden Knospen.

Die Knospen, die sich von der am ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres sitzenden Urknospe abschnüren, fixiren sich auf diesem Körperauswuchse gewöhnlich so, dass die ältesten Knospen näher seiner Spitze, die jüngeren aber näher der Urknospe gelagert sind (Taf. 9, Fig. 5; Taf. 10, Fig. 8). Die Zahl der Knospen, die von der Urknospe abstammen, ist, glaube ich, 14—20. Während einige Knospen schon zu vollkommen ausgebildeten Geschlechtsthieren geworden und zum selbständigen Leben fertig sind, schnüren sich von der Urknospe noch neue Knospen ab.

V. Capitel.

Entwickelung der drei verschiedenen Formen der Geschlechtsgeneration aus den Knospen. Bau der Ernährungs- und Pflegethiere.

Da, wie im vorigen Capitel gezeigt wurde, alle Knospen von Urknospen abstammen und alle Urknospen nichts anderes als abgelöste Theile des Stolo prolifer der Amme sind, so versteht sich von selbst, dass alle *Doliolum*-Knospen im Momente ihrer Abschnürung von der Urknospe dieselbe Organisation besitzen. Sie sind nämlich aus denselben Theilen zusammengesetzt, wie der vollkommen ausgebildete Stolo prolifer und die von ihm abgelöste Urknospe, bestehen folglich aus sieben aneinander gedrückten Zellenmassen, die von einer Epidermis überkleidet sind (Taf. 11, Fig. 1). Wie die Entwickelung der Knospe zeigt, dient die grössere, unpaare Zellenmasse (*na*) zur Bildung des Nervensystemes, die unter dieser Nervenanlage im Centrum der Knospe liegende kleinere, unpaare Zellenmasse (*pha*) wird später zur Pharyngealhöhle und zu den übrigen Ernährungsorganen. Die unter dieser Pharyngealhöhlenanlage liegende unpaare Zellenmasse (*mes*) bildet das Herz mit seinem Pericardium. Von den zwei seitlich gelegenen paarigen Zellenmassen sind endlich die oberen (*msa*) die Anlagen der Muskeln des späteren Thieres, während die unteren (*ga*) die Anlagen der Genitalorgane sind.

Nachdem eine so gebildete Knospe eine Zeit lang vermittelst Pseudopodien ihrer Epidermiszellen auf dem ihr als Boden dienenden Theil des *Doliolum*-Körpers gewandert ist, fixirt sie sich bei der Amme an der Rückenseite ihres dorsalen, bei dem Pflegethiere auf der Vorderseite seines ventralen Körperauswuchses. Die Fixirung der Knospen geschieht, wie oben gelegentlich schon erwähnt wurde, in der Weise, dass die Pseudopodien der Epidermiszellen der Knospe zurückgezogen werden. Diese früher Pseudopodien aussendenden Epidermiszellen werden jetzt viel höher als die Nachbarzellen und bilden eine Art Sohle, durch welche die Knospe an den Nährboden des dorsalen Körperauswuchses der Amme oder des ventralen Körperauswuchses des Pflegethieres sich dicht anlegt (Taf. 11, Fig. 2—6; Taf. 12, Fig. 1—7).

Zu der Zeit, wenn diese Sohle der Knospe ausgebildet ist, verlängert sich die Knospe selbst, so dass ihre grössere Achse perpendiculär zu ihrer Anheftungsstelle steht (Taf. 11, Fig. 2). Die Organanlagen, die im Innern der Knospe liegen, ändern auch etwas ihre gegenseitige Lage. Die Nervensystemanlage liegt schon nicht mehr wie früher auf der der Anheftungsstelle der Knospe entgegengesetzten Seite, sondern ist stark auf eine Seite der verlängerten Knospe geschoben. Die Anlage der Pharyngealhöhle hat auch eine andere Lage angenommen, sie ist aus dem Centrum der Knospe gerückt und liegt jetzt dicht unter der Epidermis der Knospe, neben der Nervensystemanlage. Unmittelbar unter dieser Pharyngealanlage und unmittelbar unter der Epidermis liegt die Herzanlage; die paarigen Muskelanlagen sind stark aus-

gewachsen und liegen zu beiden Seiten der drei eben genannten Anlagen in Form von ovalen Scheiben. Die Genitalanlagen endlich sind zu dieser Zeit zu einer Zellenmasse verschmolzen und liegen neben der Sohle der Knospe, oben durch die Anlagen des Nervensystems, der Pharyngealhöhle und des Herzens, an den Seiten durch die Muskelscheiben begrenzt. Eine so weit entwickelte Knospe ist in Taf. 11, Fig. 2 von der Seite abgebildet. Bei derselben sind schon Rücken- und Bauchseite zu unterscheiden. Zur Rückenseite des sich bildenden *Doliolum* wird die Seite, an welcher die Nervensystemanlage liegt, während an der Bauchseite die Herzanlage ihre Lage hat. Das Hinterende des künftigen *Doliolum* wird auch bald durch eine dicht hinter der Nervensystemanlage sich bildende Einstülpung der Epidermis der Knospe bezeichnet. Diese Epidermiseinstülpung (*cl*), die rasch in das Innere der Knospe hineinwächst, bildet die Cloacalhöhle. Von den stark ausgewachsenen Muskelplatten schnürt sich bald der erste Muskelreifen der Knospe ab, nämlich der hinterste Muskelreifen, der an dem Rande der Cloacalöffnung läuft.

Bis zu dieser Zeit entwickeln sich alle Knospen — die Knospen, die auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme sitzen, sowie die, welche auf dem ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres angeheftet sind — in derselben eben geschilderten Weise. Weiter aber finden sich in der Entwickelung der verschiedenen *Doliolum*-Knospen nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Da die Knospen, die zu Ernährungsthieren werden, sich anders entwickeln als die, welche zu Pflegethieren sich ausbilden, diese aber wieder einige Abweichungen zeigen von denen, die am ventralen Körperauswuchse des Pflegethieres angeheftet sind und zu Geschlechsthieren werden, so muss die Entwickelung jeder dieser Knospen besonders behandelt werden. Bei der Schilderung der weiteren Entwickelung der Knospen fange ich mit denen an, die zu Ernährungsthieren sich ausbilden, und gehe dann zur Besprechung der Entwickelung der sogenannten Mittelknospen und der Geschlechtsknospen über.

Entwicklung der Ernährungsthiere. Nachdem die Cloacalhöhle angelegt und der an dem Rande der Cloacalhöhle verlaufende Muskelreifen gebildet ist, treten nicht unwesentliche Umänderungen in den Anlagen des Nervensystemes, der Pharyngealhöhle und der Genitalorgane ein, bildet sich auch am vorderen Körperende eine Epidermiseinstülpung, die später in die Pharyngealhöhle einführt.

Zuerst wächst stark die Pharyngealhöhlenanlage; bei diesem Wachsthum verändern sich stark ihre Umrisse. Auf jeder ihrer beiden Seiten wächst eine flache, lamellenförmige Wucherung, die beide zwischen Epidermis und Nervensystemanlage sich hineinschieben und die letztere von unten umwachsen; zu gleicher Zeit sieht man auch von der Pharyngealhöhlenanlage gegen die Bauch- und Hinterseite der Knospe eine Zellenwucherung sich bilden. Die zwei flügelförmigen, platten Wucherungen, die um die Nervensystemanlage wachsen, gehen später in die Bildung der Kiemenlamelle ein, während die am Hinterende der Pharyngealhöhlenanlage gelagerte Zellenwucherung später zum Darmcanale sich ausbildet.

Während diese Umbildungen in der Pharyngealhöhlenanlage vor sich gehen, legt sich gegenüber der Cloacaleinstülpung, etwas vor dem vorderen Ende der Nervensystemanlage, eine

zweite Epidermiseinstülpung an, die im Gegensatze zu der Cloacaleinstülpung sehr flach bleibt und in das Innere der Knospe nur sehr wenig hineinwächst. Von den Muskelplatten schnürt sich der zweite, vordere Muskelreifen ab, der an dem Rande der Mundöffnung läuft. Bald nachdem dieser vorderste Muskelreifen gebildet ist, entsteht im vorderen Theile der Pharyngealhöhlenanlage eine Höhle, die stark und schnell an Grösse zunimmt; sie gelangt in kurzer Frist bis an den Boden der flachen, vorderen Epidermiseinstülpung, der resorbirt wird. Die Höhle der Pharyngealhöhlenanlage tritt somit mit der Höhle der vorderen Epidermiseinstülpung in Zusammenhang; Mundöffnung und Pharyngealhöhle sind somit schon gebildet.

In der Nervensystemanlage treten auch sehr wichtige Umänderungen ein. Wenn in der Pharyngealhöhlenanlage sich die Höhle zu bilden begonnen hat, fängt die Nervensystemanlage an, sich an ihren beiden Enden zu verjüngen. An ihrem hinteren Ende scheint die Verjüngung viel stärker als an dem vorderen vor sich zu gehen. Ganz ebenso wie bei der Entwickelung der Amme aus dem Ei dient das vordere Ende der Nervensystemanlage zur Bildung der Flimmergrube und ihres Verbindungscanales mit dem subganglionären Körper, welcher zugleich mit dem Nervenknoten aus dem mittleren, centralen, stark erweiterten Theile der Nervensystemanlage hervorgeht. Die hinterste, am meisten verjüngte Partie der Nervensystemanlage bildet den hinteren Nerven, der zur Kieme des ausgebildeten Ernährungsthieres geht. Die im vorderen Theile der Nervensystemanlage sich bildende Höhle, die zur Höhle der Flimmergrube wird, öffnet sich bald in die sich bildende Höhle des Pharynx.

Die Anlage der Genitalorgane verliert gleich vom Anfange der Entwickelung der Knospe an rasch an Grösse. Bei dem schon sehr weit entwickelten Ernährungsthiere bleibt von dieser Anlage nur ein unansehnlicher Zellenhaufen, der an der linken Seite der Darmschlinge liegt (Taf. 11, Fig. 6, *ga*). Von den Muskelplatten differenziren sich nur wenige Muskeln, die keine vollkommen geschlossenen Reifen bilden. Das von den Muskelplatten nach Bildung dieser Muskeln übrig gebliebene Material zerfällt in Blutkörperchen. Dieser unregelmässig begrenzte Zellenhaufen, von dem während des ganzen Entwickelungslaufes des Ernährungsthieres Blutkörperchen abgehen, ist in Taf. 9, Fig. 4 und 6 mit βH bezeichnet.

Die Cloacalhöhle, die, wie berichtet wurde, fast gleich nach Fixirung der Knospe als Epidermiseinstülpung angelegt ist, wächst rasch in das Innere der Knospe hinein. Da sie auf ihrem Wege die Organanlagen der Knospe trifft, so biegt sich ihr Boden in die Einstülpungsöffnung stark kuppelförmig hinein. Untersucht man zu dieser Zeit ihrer Entwickelung eine lebendige Knospe in Profilansicht (Taf. 11, Fig. 4), so scheint die Cloacalhöhle aus zwei distincten Säcken, die an der Seite der Knospe liegen, zu bestehen. Eine solche Knospe wurde auch von Grobben beobachtet und abgebildet*), nach welchem die zwei scheinbar voneinander gesonderten Theile der Cloacalhöhle fälschlich von zwei gesonderten, in Wirklichkeit nicht existirenden Cloacalanlagen entstehen sollen.**)

*) L. c. Taf. 1, Fig. 28.

**) L. c. p. 45.

Bei weiterer Entwickelung der Knospe legen sich diese seitlichen, sackförmigen Ausstülpungen der Cloacalhöhle den oben erwähnten flügelförmigen Wucherungen der Pharyngealhöhle an und bilden die Kiemenlamelle, die von einer grossen Anzahl Kiemenlöcher durchbrochen wird. Die so gebildete Kiemenlamelle liegt anfangs im Innern des *Doliolum*-Körpers, gelangt aber schon bald auf seine Oberfläche. Eine solche zuerst von Grobben notirte anormale Lage der Kiemenlamelle der Ernährungsthiere wird dadurch hervorgerufen, dass die Cloacalhöhle ausserordentlich stark an Breite zunimmt. In Folge eines solchen einseitigen Wachsens wird letztere zu einer gewissen Zeit der Entwickelung der Knospe so flach und mit einer so ausgedehnten Mündung versehen, dass ihr Boden (Kiemenlamelle) frei nach aussen zu liegen kommt. Der After, der gewöhnlich in der Cloacalhöhle liegt, gelangt beim Ernährungsthiere auch auf die äussere Oberfläche seines Körpers.

Ueber die Bildung des Herzens aus seiner Anlage besitze ich keine detaillirten Beobachtungen. Da es mir aber gelang, die Anlage des Herzens in Form einer Doppelblase zu beobachten, so glaube ich im Rechte zu sein, bei der Knospenentwickelung einen eben solchen Herzbildungsmodus anzunehmen, wie er bei der Entwickelung der Amme stattfindet. Bei ziemlich weit entwickelten Ernährungsthieren ist das schon functionsfähige Herz ebenso gebaut wie bei der jungen *Doliolum*-Larve.

Während des Laufes der Entwickelung der Knospe wächst ihr Körper viel stärker in die Breite (in der Richtung der Körperachse, die durch Nervensystem und Herz geht) als in die Länge, wodurch das Ernährungsthier seine so characteristische, in die Augen fallende Form erhält. Durch ein solches verhältnissmässig ausserordentlich starkes Wachsen der Knospe in die Breite werden die Mund- und Cloacalöffnungen ausserordentlich breit, während die Körperhöhlen, in die diese Oeffnungen führen, kurz erscheinen. Wie schon oben bemerkt, verkleinert sich besonders stark die Cloacalhöhle, deren Anwesenheit beim ausgewachsenen Ernährungsthiere bis in die neueste Zeit von allen Autoren geleugnet und erst von Grobben entdeckt wurde.

Am Hinterende der Bauchseite des sich bildenden Ernährungsthieres, da wo die Knospe vermittelst ihrer Sohle an die Oberfläche des dorsalen Körperauswuchses der Amme befestigt ist, verlängert sich im Laufe der Entwickelung der Knospenkörper in einen Stiel. Dieser Stiel, in den der vorletzte Muskelreifen hineintritt, erlangt beim sich bildenden Ernährungsthiere eine ausserordentliche Länge. Bei weiterer Entwickelung verkürzt sich aber dieser Stiel wieder in bedeutendem Grade.

So geht die Entwickelung der Ernährungsthiere vor sich. Um mit diesen verkümmerten Individuen der Geschlechtsgeneration zu Ende zu kommen, muss ich noch einige Worte über den Bau der vollkommen ausgebildeten Ernährungsthiere beifügen.

Wie gesagt, verkannten Alle, die über *Doliolum* geschrieben haben, den wirklichen Bau der Ernährungsthiere. Grobben war der erste, der das wirkliche Verhalten der Cloacalhöhle erkannte und eine genaue und detaillirte Beschreibung des Baues dieser eigenthümlichen Geschöpfe lieferte. Zu dem von Grobben Mitgetheilten habe ich nur Weniges hinzuzufügen,

nämlich nur einige Bemerkungen über die Endigung der Nerven in den Mundlappen und über die Beschaffenheit des Mantels.

Was den letzteren betrifft, so ist er immer, ähnlich dem, welcher die Pflege- und Geschlechtsthiere, sowie die Ammen bekleidet, eine mehr oder weniger stark entwickelte, structurlose Cuticularschicht, in der niemals irgend welche geformte Elemente zu sehen sind. Es schien mir nothwendig, diesen Punkt ausdrücklich zu betonen, da nach den Angaben von Gegenbaur *) die Mantelhülle der Ernährungsthiere »nicht jene structurlose Substanz vorstellt, wie bei den übrigen Doliolen«, sondern »theils rundliche, theils längliche Körperchen« enthält. Nach den Angaben des genannten Autors erschienen diese Körperchen bei Anwendung starker Linsen »als gelblich gefärbte Hohlräume, oder vielmehr, da jetzt die Conturen ihrer Wandungen hervortreten, als Bläschen, von denen einzelne zarte Ausläufer abgehen«. Wie gesagt, fand ich nie etwas, was diese Angabe bestätigte.

Am Rande der stark erweiterten Mundöffnung des Ernährungsthieres finden sich, wie schon von Grobben beobachtet wurde, zehn kleine, weit voneinander stehende, wenig hervorragende Läppchen, in denen wie beim Geschlechtsthiere die Nerven in Gruppen von Sinneszellen endigen. Eines von diesen Läppchen ist bei starker Vergrösserung in Taf. 8, Fig. 3 abgebildet. Wie aus dieser Figur zu ersehen, ist der Rand der Mundöffnung sehr stark innervirt. Nervenzweige endigen nicht nur in den Mundläppchen, sondern auch in ziemlich grosser Zahl am Rande der Mundöffnung, zwischen den weit voneinander gelagerten Läppchen. Einige von den am Rande der Mundöffnung liegenden Epidermiszellen scheinen besonders stark entwickelt zu sein und von benachbarten Nerven besondere Zweige zu erhalten. An den meisten dieser zu Sinneszellen umgebildeten Epidermiszellen konnte ich keinen Sinnesfaden finden, während an anderen ein solcher deutlich zu sehen war. An der an der Spitze des Mundläppchens liegenden grossen Sinneszelle unterschied ich sogar drei lange und feine Sinnesborsten. An der Basis des Mundläppchens liegen zwei aneinander gepresste Sinneszellen, die den in den Mundläppchen des Geschlechtsthieres liegenden vollkommen ähnlich sind. Vom oberen Ende dieser zwei Sinneszellen gehen feine Ausläufer aus, die in den Epidermiszellen des Randes des Läppchens sich verlieren. Von den Epidermiszellen des Läppchenrandes gehen wieder Ausläufer aus, die mit der oben erwähnten grossen, mit drei Sinnesborsten versehenen Sinneszelle in Zusammenhang stehen.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Entwickelung der Knospen über, die in der Mitte der Dorsalfläche des dorsalen Körperauswuchses der Amme sich fixirt haben und die zu Pflegethieren sich ausbilden.

Diese sogenannten »Mediansprossen« sind, wie erwähnt, nach ihrer Ablösung von der Urknospe vollkommen den Knospen ähnlich, die zu Ernährungsthieren werden. Ebenso wie in diesen Knospen unterscheidet man schon in ihnen die Anlagen des Nervensystems, der

*) L. c. p. 293.

Pharyngealhöhle, des Herzens, der Genitalorgane und der Muskeln. Alle diese Organanlagen sind von einer Epidermis überkleidet, die zur Zeit der Fixirung der Knospe eine Sohle bildet.

Ebenso wie bei den Knospen der Ernährungsthiere wächst die Knospe des Pflegethieres etwas in die Länge, wobei die Organanlagen sich etwas aus ihrer früheren Lage verschieben. Die Nervensystemanlage schiebt sich an die eine — Dorsal- — Seite der Knospe, an der anderen entgegengesetzten Seite liegt die Anlage der Pharyngealhöhle; die Anlagen der Geschlechtsorgane fliessen miteinander zusammen, während die Muskelanlagen zu zwei Scheiben sich umbilden, die an den Seiten der Knospe liegen. Ganz ähnlich wie in der Knospe des Ernährungsthieres bildet sich zuerst hinter der Nervensystemanlage die Cloacaleinstülpung, die stark ins Innere der Knospe hineinwächst, und an deren Rande sich der hinterste Muskelreifen von den Muskelplatten differenzirt (Taf. 12, Fig. 5). Ganz in derselben Weise wie bei der Entwickelung des Ernährungsthieres fängt dann die Darmschlinge und Kieme an, aus der Pharyngealhöhle sich zu differenziren; bildet sich auch die Pharyngealhöhle, die mit der Aussenwelt durch die sich einstülpende Mundöffnung in Communication tritt (Taf. 12, Fig. 6). Die zu einer Zellenmasse verschmolzene Geschlechtsanlage endlich beginnt sich auch wie bei der Enährungsthierknospe allmählich zu reduciren. Der ganze Unterschied der Entwickelung der Pflegethierknospe von der des Ernährungsthieres besteht in dem viel gleichmässigeren Wachsen der Ersteren nach den beiden Körperachsen des künftigen Thieres, wodurch das Pflegethier nicht wie das Ernährungsthier stark in der Querachse aufgetrieben ist, sondern die gewöhnliche Tonnenform erhält. Die Cloacalhöhle, sowie die Muskelreifen sind beim Pflegethiere, wie bekannt, vollkommen normal ausgebildet.

Ueber den Bau der Pflegethiere habe ich nur sehr wenig zu sagen, da sie vollkommen den ausführlich im ersten Capitel beschriebenen Geschlechtsthieren gleichen. Der einzige Unterschied besteht in der Abwesenheit der Geschlechtsorgane und in dem Vorhandensein des Stieles auch beim erwachsenen Pflegethiere, der beim Geschlechtsthiere nur im Jugendzustande vorkommt, mit dem Alter aber ohne Spur verschwindet.

Wie aus Taf. 12, Fig. 7, die eine schon weit entwickelte Mittelknospe im Profil darstellt, zu sehen ist, geht der vorletzte, siebente Muskelreifen in den Stiel, bis an die Sohle der Knospe hinein. Ein vollkommen ähnliches Verhalten des vorletzten Muskelreifens erhält sich bei den Ernährungsthieren zeitlebens, beim Pflegethiere ist aber eine solche Einrichtung nur eine provisorische, mit dem Alter verschwindende. Beim ausgewachsenen Pflegethiere geht in den die Urknospe tragenden Stiel nur ein kleiner Theil des Muskelreifens über; der übrige Theil ist dagegen wie die anderen Muskelreifen vollkommen geschlossen. Beim Geschlechtsthiere, bei dem der Stiel sehr früh sich reducirt, verhält sich der siebente Muskelreifen ganz ähnlich wie beim Pflegethiere. Beim vollkommen entwickelten, mit Geschlechtsorganen versehenen *Doliolum* ist der siebente Muskelreifen an der Bauchseite des Thieres nur in seiner Hinterhälfte geschlossen; der vordere, offen bleibende Theil dieses Muskelreifens ging offenbar früher (wie bei dem Pflegethiere) in den jetzt reducirten Stiel hinein.

Ueber die Entwickelung der auf dem Stiele des Pflegethieres sich anheftenden Knospen, die zu Geschlechtsthieren werden, habe ich nach allem Gesagten nicht viel zu erwähnen. Die Entwickelung dieser Knospen ist der Entwickelung der Pflegethierknospen ähnlich (Taf. 12, Fig. 1—4). Der einzige Unterschied besteht nur darin, dass bei den zu Geschlechtsthieren sich ausbildenden Knospen die Geschlechtsanlage sich nicht zurückbildet, sondern sich weiter zu Geschlechtsorganen entwickelt. Die Anlage der letzteren nimmt mit der Entwickelung der Knospe bedeutend an Grösse zu und zerfällt, wenn die Muskelreifen sich schon differenzirt haben, durch eine von unten kommende Einschnürung in zwei ungleiche Partien, die im Zusammenhange bleiben. Die vordere, kleinere Zellenmasse wird zum Ovarium, während die hintere, grössere zum Hoden sich ausbildet. Zu der Zeit, wenn das sich bildende Geschlechtsthier selbständig zu leben beginnt, bestehen die weiblichen, sowie die männlichen Geschlechtsorgane aus lauter kleinen, untereinander vollkommen ähnlichen Zellen.

Von den acht Muskelreifen, die das Geschlechtsthier umgürten, entwickelt sich, wie bei allen *Doliolum*-Knospen, der hinterste, achte Muskelreifen am frühesten; ihm folgt die Differenzirung des ersten, vorderen Muskelreifens, der die Mundöffnung umgiebt. Das nach Bildung dieser zwei Muskelreifen von den Muskelplatten übrig Gebliebene zerfällt, wie Taf. 12, Fig. 2 zeigt, in vier breite und ziemlich unregelmässig begrenzte Muskelbänder, die theils an der Dorsal-, theils an der Ventralseite der Knospe miteinander in Zusammenhang stehen. Von diesen vier Muskelbändern scheinen die zwei breiteren mittleren das Material zur Bildung der zwei fehlenden Muskelreifen abzugeben.

Bei schon ziemlich weit entwickelten Geschlechtsknospen von *D. Mülleri* (Taf. 12, Fig. 4) fand ich an jeder Körperseite am zweiten Muskelreifen, etwas oberhalb des Endostyles, eine sehr stark entwickelte Sinneszellengruppe, die die Form einer grossen Rosette hat. Leider gelang es mir nicht, das weitere Schicksal dieser Sinneszellengruppe zu verfolgen. Bei ausgewachsenen Geschlechtsdoliolen der Art *Mülleri* Kr., sowie bei Pflegethieren derselben Art findet sich, wie bei Besprechung des Baues des Geschlechtsthieres bereits erwähnt wurde, an demselben Platze wie die eben erwähnte Sinneszellengruppe ein besonderes Sinnesorgan, das die Form einer kleinen Warze hat. Ueber die Identität dieser beiden Sinnesapparate kann ich leider nur Vermuthungen aussprechen.

Der Bau des Geschlechtsthieres wurde eingehend im I. Capitel behandelt.

Alles über die Entwickelung der *Doliolum*-Knospen Gesagte beweist auf das Evidenteste, dass die Ernährungs- und Pflegethiere nichts anderes sind, als unvollkommen entwickelte Geschlechtsthiere, als Geschlechtsthiere, bei denen die Geschlechtsorgane niemals zur Ausbildung gelangen. Dieser sich aus den hier mitgetheilten Beobachtungen von selbst ergebende Schluss stimmt mit demjenigen, zu welchem meine Beobachtungen über Abstammung der verschiedenen Urknospen mich geführt haben, vollkommen überein. Ich glaube darum vollkommen berechtigt zu sein, wenn ich den folgenden Satz aufstelle: die von der Amme auf ungeschlechtlichem Wege abstammende Generation ist eine polymorphe, aus drei verschiedenen Formen bestehende. Eine von diesen drei Formen ist

das vollkommen entwickelte Geschlechtsthier, während die zwei anderen zeitlebens geschlechtlich unentwickelt bleiben.

Seitdem durch Gegenbaur auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme die zwei verschiedenen Knospenarten (Lateral- und Mittelsprosse) entdeckt wurden, suchten Alle, die über *Doliolum* schrieben, die Bedeutung der aus diesen Knospen sich ausbildenden geschlechtslosen Individuen zu ermitteln. Da eine geschlechtliche Fortpflanzung dieser Individuen wegen Mangels der Geschlechtsorgane unmöglich anzunehmen war, so suchten die meisten Schriftsteller nach einer ungeschlechtlichen Fortpflanzungsweise. Für die aus den Mittelsprossen sich entwickelnden Individuen (die Pflegethiere) stellte sich keine Schwierigkeit ein. Auf dem auch bei dem ausgebildeten Thiere sich erhaltenden Stiele der Knospen finden sich Knospen, die zu Geschlechtsthieren sich ausbilden. Ungeachtet, dass die Entwickelung dieser Knospen von Niemand verfolgt wurde, dass sogar der Stiel einer eingehenden Untersuchung nicht unterworfen ward, schrieb man ihm einstimmig die Bedeutung eines Stolo prolifer zu und liess die auf ihm sitzende Knospe aus ihm entstehen. Die Individuen, die von mir als Pflegethiere bezeichnet sind, wurden somit ohne weiteres als eine besondere zweite Ammengeneration, von der erst die Geschlechtsgeneration entstehen soll, angenommen.

Die Thiere, die sich aus den Gegenbaur'schen Lateralsprossen entwickeln (die Ernährungsthiere), boten den Forschern viel mehr Schwierigkeiten. An diesen sonderbar gestalteten Geschöpfen suchte man vergebens nach einem Stolo prolifer oder etwas Aehnlichem, trotzdem hielten merkwürdiger Weise einige Forscher es für unmöglich anzunehmen, dass diese Geschöpfe ohne Nachkommen untergehen sollten.*) Erst Fol gebührt das Verdienst, die richtige Rolle dieser Individuen bewiesen zu haben.**) Von ihm wurde die Meinung ausgesprochen, dass diese sonderbar gestalteten Geschöpfe, bei denen die Ernährungs- und Athmungsorgane besonders stark entwickelt sind, ohne Nachkommenschaft bleiben und zur Ernährung der sie tragenden Amme, die die Ernährungs- und Athmungsorgane verliert, dienen. Diese Vermuthung wurde durch die Beobachtung bestärkt, dass die ausgewachsene Amme, bei der die Ernährungs- und Athmungsorgane zerfallen sind, nur dann am Leben erhalten werden kann, wenn auf ihrem dorsalen Körperauswuchse diese von mir als Ernährungsthiere bezeichneten Geschöpfe vorhanden sind. Der Fol'schen Anschauungsweise hat sich in neuester Zeit auch Grobben angeschlossen, der zum Beweise der Richtigkeit dieser Anschauung noch die Thatsache anführt, dass die zuerst am dorsalen Körperauswuchse der Amme erscheinenden Knospen sich immer zu diesen Ernährungsthieren ausbilden.

Der Fol'schen Ansicht über die Rolle, welche die Ernährungsthiere spielen, trete ich vollkommen bei. Als Beweis der Richtigkeit einer solchen Anschauung kann Folgendes angeführt werden: 1) Zur Zeit der Ausbildung der Ernährungsthiere gerathen die Athmungs- und Ernährungsorgane der Amme in Zerfall; 2) die ersten auf dem dorsalen Körperauswuchse

*) Keferstein und Ehlers, l. c. p. 70.

**) Fol, l. c. p. 237.

der Amme sich differenzirenden Knospen dienen immer zur Bildung der Ernährungsthiere; 3) bei den Ernährungsthieren sind die Ernährungs- und Athmungsorgane besonders stark auf Kosten anderer Organe ausgebildet; bei der Amme zerfallen während ihrer Metamorphose diese Organe, die bei dem Ernährungsthiere stark ausgebildet sind; 4) eine vollkommen ausgewachsene *Doliolum*-Amme, bei der die Ernährungs- und Athmungsorgane verschwunden sind, kann nur dann am Leben erhalten werden, wenn auf ihrem dorsalen Körperauswuchse ausgebildete Ernährungsthiere angeheftet sind; 5) zum selbständigen Leben sind die Ernährungsthiere wegen sehr geringer Entwickelung der Musculatur unfähig. Alle diese schon von Fol und Grobben angeführten Beweise der Richtigkeit der Fol'schen Anschauung scheinen mir sehr überzeugend zu sein. Ich sehe darum auch die aus den sogenannten Lateralknospen sich ausbildenden Geschöpfe als Ernährungsthiere, als Individuen der Geschlechtsgeneration an, die geschlechtlich unentwickelt geblieben sind, die keine Nachkommenschaft geben und die eine specielle Function auf sich genommen haben, nämlich die Function der Ernährung der sie tragenden Amme.

Die Doliolen, die aus den Mittelknospen sich ausbilden, sehe ich auf Grund meiner oben niedergelegten Beobachtungen als Thiere an, die ebenso wie die Ernährungsthiere ohne Nachkommenschaft bleiben. Diese geschlechtslosen und eines Stolo prolifer entbehrenden Doliolen spielen aber auch eine nicht unbedeutende Rolle bei der Erhaltung der Art. Wie die oben angeführten Beobachtungen über Bau und Herstammung der die Geschlechtsthiere producirenden Urknospe zeigen, tragen diese achtmuskeligen geschlechtslosen Doliolen nach ihrer Ablösung vom dorsalen Körperauswuchse der Amme eine auf ihren Stiel aufgewanderte Urknospe; da diese Urknospe Knospen abgiebt, die sich auf dem Nährboden des Stieles fixiren und vermittelst dieses Nährbodens von dem Thiere, dem der Stiel angehört, ernährt werden, so spielt dieses Thier, das aus der Mittelknospe hervorgegangen ist, die Rolle eines Pflegethieres. Am besten ist diese *Doliolum*-Form, die von Grobben als »zweite Ammengeneration« bezeichnet wurde, den Arbeiterinnen der socialen Insecten, z. B. der Bienen zu vergleichen. Ebenso wie bei den Bienenarbeiterinnen sind bei den Pflegethieren des *Doliolum* die Geschlechtsorgane unentwickelt geblieben; ganz ebenso wie den Neutra der Bienen ist den Pflegethieren von *Doliolum* die specielle Function der Ernährung und Pflege der Brut, aus der sich die geschlechtlich vollkommen entwickelten Individuen entwickeln, auferlegt worden.

VI. Capitel.

Vergleich der Fortpflanzungsvorgänge bei Doliolum mit denen anderer Tunicaten. Entstehungsweise des Polymorphismus der Geschlechtsgeneration bei Doliolum und des Generationswechsels bei den Tunicaten.

In den vorigen Capiteln wurde, wie ich hoffe, bewiesen, dass der Fortpflanzungscyclus von *Doliolum* in Wirklichkeit viel einfacher ist, als es bis jetzt allgemein angenommen wurde. Wie in den meisten Fällen des Generationswechsels folgen bei *Doliolum* nur zwei Generationen aufeinander, von denen die eine, die geschlechtslose, die Ammengeneration ist; diese Ammengeneration producirt auf ungeschlechtlichem Wege die zweite Geschlechtsgeneration. Die einzige Verwickelung des Fortpflanzungscyclus von *Doliolum* besteht nur darin, dass die zweite Geschlechtsgeneration eine polymorphe ist. Von den drei Formen, aus denen die Geschlechtsgeneration besteht, erreicht die vollkommene Ausbildung nur die eine, die von mir als »Geschlechtsthier« bezeichnet ist. Nur die Individuen dieser Form geben auf geschlechtlichem Wege eine Nachkommenschaft — die *Doliolum*-Amme; die Individuen der zwei anderen Formen der Geschlechtsgeneration bleiben zeitlebens unvollkommen entwickelt und geben keine Nachkommen; einige von diesen unvollkommen entwickelten Individuen — die Ernährungsthiere — sind speciell der Ernährung der sie tragenden Amme angepasst und bleiben zeitlebens zu selbständigem Leben unfähig; die anderen unvollkommen entwickelten Individuen der Geschlechtsgeneration — die Pflegethiere — führen ähnlich wie die Geschlechtsthiere ein selbständiges Leben, haben aber die Aufgabe erhalten, die Brut, aus der die Geschlechtsthiere sich ausbilden, aufzuzüchten.

Es kann wohl kein Zweifel obwalten, dass die *Doliolum*-Amme der Amme derjenigen Tunicaten gleichwerthig ist, deren Fortpflanzung durch Generationswechsel verwickelt ist. Ebenso wie die solitäre Salpe und das Cyathozooid von *Pyrosoma* ist die *Doliolum*-Amme mit einem an der Bauchseite ihres Körpers, hinter dem Endostyle gelegenen Stolo prolifer versehen, der sehr früh angelegt wird und auf dessen Kosten die Geschlechtsgeneration sich ausbildet. Diese Geschlechtsgeneration von *Doliolum* entspricht offenbar den Ascidiozooiden von *Pyrosoma* und der unter dem Namen »Kettensalpen« bekannten Geschlechtsgeneration der Salpen. Die Geschlechtsgeneration von *Doliolum* unterscheidet sich aber nicht unwesentlich von derselben Generation der Pyrosomen und Salpen durch ihren Polymorphismus. Dieser Polymorphismus der Geschlechtsgeneration von *Doliolum* steht, so viel bis jetzt bekannt, in der Tunicatengruppe ganz vereinzelt da, und die Frage über die Ursachen der Ausbildung dieses eigenthümlichen Polymorphismus bei *Doliolum* drängt sich von selbst auf. Das, was wir über die Lebensgeschichte von *Doliolum* kennen, scheint mir hinreichend zu sein, um einen Versuch zu wagen, eine Antwort auf diese Frage zu geben.

Was bei der Ausbildung der Individuen der Geschlechtsgeneration von *Doliolum* zuerst in die Augen fällt, ist, dass die mit vollkommen entwickelten Geschlechtsorganen versehenen Individuen — die Geschlechtsthiere — zuletzt, die vom *Doliolum*-Typus am meisten abweichenden Ernährungsthiere dagegen sich zuerst entwickeln, und dass diesen am meisten vom *Doliolum*-Typus abweichenden Ernährungsthieren die weniger abweichenden Pflegethiere folgen. Dieses Aufeinanderfolgen mehr normal gebauter Individuen auf weniger ausgebildete scheint schon darauf hinzudeuten, dass diese weniger entwickelten Ernährungs- und Pflegethiere aus irgend welchen äusseren Umständen nicht zur vollkommenen Entwickelung gelangte Individuen sind; dass ferner diese Individuen, an diese schlechten Lebensverhältnisse sich anpassend, derselben allmählich Herr geworden sind und so einigen Individuen die Möglichkeit gaben, ihre volle Entwickelung zu erreichen.

Sehen wir uns nach diesen, der Entwickelung der Geschlechtsthiere im Wege stehenden äusseren Verhältnissen um, so stossen wir sogleich auf die ausserordentlich schlechten Ernährungsverhältnisse, in welchen die *Doliolum*-Amme sich befindet. Das Ei von *Doliolum*, aus welchem die *Doliolum*-Amme sich entwickelt, besitzt nur einen äusserst spärlichen Nahrungsvorrath, der von der sich bildenden Larve schon bald verbraucht wird; der jungen, sich bildenden *Doliolum*-Amme stehen als Nahrungsmaterial nur die spärlichen Reste des in Zerfall gerathenen Larvenschwanzes zur Verfügung; später erhält die *Doliolum*-Amme nur eine sehr kurze Zeit die Fähigkeit, sich selbständig zu ernähren: ihre Ernährungs- und Athmungsorgane verschwinden bald ohne Spur, und zwar in einer solchen Periode ihres Lebens, wo der Verbrauch wegen des starken Wachsens des Stolo prolifer besonders gross sein muss. Es leuchtet ein, dass eine solche Amme von ihrem Stolo prolifer nur eine äusserst unvollkommen entwickelte Brut zu liefern im stande ist, und dass diese vom Stolo der Amme in sehr unvollkommenem Zustande — in Form von Urknospen — abgelöste Brut äusserst schwer ohne besondere specielle Einrichtungen zur vollen Entwickelung gelangen kann.

Die Amme, sowie die von ihr erzeugte Brut haben sich auch an diese schlechten Verhältnisse angepasst. Von Seiten der Amme äusserte sich diese Anpassung in der Ausbildung eines Nährbodens auf der Rückenseite des von den Ascidien ererbten Mantelgefässes, eines Nährbodens, der als geeigneter Boden zur Fixirung der jungen Brut dienen kann; die vom Stolo prolifer der Amme abgehende Brut — die Urknospen, die zu einem selbständigen Leben unfähig sind — unterlag auch einer Reihe von Anpassungen. Die Zellen der sie bekleidenden Epidermis erlangten die Fähigkeit, Pseudopodien auszusenden, vermittelst deren die Urknospen in den Stand gesetzt wurden, auf dem Körper der Amme angeheftet zu bleiben, sich da fortzubewegen und auf den für ihre weitere Entwickelung geeigneten Boden — den Nährboden des dorsalen Körperauswuchses der Amme — zu gelangen. Die Knospen, in welche die Urknospen sich theilen, gaben schon bald ihr Wanderleben auf und fixirten sich für längere Zeit auf dem Nährboden des dorsalen Körperauswuchses der Amme; an der Stelle ihrer Anheftung entwickelten die Knospen ihre sogenannte Sohle, durch welche in Verbindung mit dem Nährboden die Ernährung der wachsenden Knospe auf endosmotischem Wege hergestellt wurde. Da das Fixiren der ersten

Knospen auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme in die Zeit fällt, wo diese noch ihre Ernährungs- und Athmungsorgane in Integrität besass, so konnte letztere diese Knospen noch ernähren. Bald aber verschwanden allmählich die Ernährungsorgane der Amme, womit auch die Möglichkeit einer weiteren Ernährung der Knospen aufhörte. Die Knospen konnten daher nicht ihre volle Ausbildung in Geschlechtsthiere erreichen und entwickelten sich zu geschlechtslosen, eigenthümlich gebauten Geschöpfen, die speciell der Ernährung der sie tragenden, zur selbständigen Ernährung schon unfähigen Amme angepasst wurden. Mit dieser speciellen Anpassung dieser ersten Individuen der Geschlechtsgeneration von *Doliolum* wurde die Art vom Untergang gerettet: die später von dem Stolo prolifer der Amme abgehenden Knospen, resp. Urknospen konnten von der Amme weiter ernährt werden. Nachdem dieser kritische Moment in der Existenz der Art einmal überwunden und das Weiterleben der Amme durch die Ausbildung der Ernährungsthiere gesichert war, entwickelten sich die nächstfolgenden Knospen weiter. Die von den Ernährungsthieren gegebene Nahrung reichte aber, wie es scheint, wieder nicht, um diesen in der Entwickelung begriffenen Knospen ihre volle Ausbildung in Geschlechtsthiere zu ermöglichen. Sie entwickelten sich wieder zu geschlechtslosen Individuen — zu den Pflegethieren. Diese ohne Nachkommenschaft bleibenden Individuen der Geschlechtsgeneration erhielten den Bau eines vollkommen normal gebildeten, zum selbständigen Leben fähigen *Doliolum*, wurden aber wieder zur Erhaltung der in Gefahr stehenden Existenz der Art angepasst. Der bei dem Geschlechtsthiere mit dem Alter verschwindende Stiel der Knospe wurde bei dem Pflegethiere zeitlebens erhalten; auf seiner Vorderseite wurde, ähnlich wie an der Rückenseite des dorsalen Körperauswuchses der Amme, ein Nährboden gebildet. Die nach der Bildung der Ernährungs- und Pflegethiere übrig gebliebene Brut der Amme, die von der letzteren mit Beihilfe der Ernährungsthiere nicht mehr ernährt werden konnte, wanderte auf diesen Nährboden des Stieles der Pflegethiere und wurde von diesen ohne Nachkommenschaft bleibenden Doliolen nach ihrer Ablösung vom dorsalen Körperauswuchse der Amme während ihres Freilebens herumgetragen und bis zu ihrer vollkommenen Ausbildung ernährt. Da die zeitlebens zur selbständigen Nahrungsaufnahme fähigen Pflegethiere der auf ihrem Stiele befestigten Brut eine reiche Nahrung darbieten konnten, so entwickelten sich aus dieser Brut vollkommen entwickelte, mit Geschlechtsorganen versehene Individuen, durch welche die Existenz der Art endlich gesichert wurde.

Nur in solcher Weise und durch die ungenügenden Verhältnisse hervorgerufen, in welche die *Doliolum*-Amme gestellt wurde, konnte sich nach meiner Meinung der Polymorphismus der Geschlechtsgeneration bei *Doliolum* im Laufe der Zeit ausbilden.

Aehnliche wie die bei *Doliolum* constatirten Fortpflanzungsvorgänge scheinen auch bei einer anderen, leider bis jetzt nur sehr ungenügend bekannten, dem *Doliolum* nahe stehenden Tunicate sich zu finden. Ich spreche von den von C. Vogt*) unter dem Namen

*) C. Vogt, Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée. II. Mémoire sur les Tuniciers nageants de la Mer de Nice.

Anchinia rubra beschriebenen eigenthümlichen Wesen, die neulich eingehender von Kowalevsky und J. Barrois untersucht wurden.*)

Die *Anchinia rubra* besteht, wie bekannt, aus einem auf der Meeresoberfläche schwimmenden cylindrischen, an beiden Enden abgestutzten Körper, der seiner ganzen Länge nach an der einen Seite mit mehr oder minder dicht gelagerten Zooiden der verschiedensten Entwickelungsstadien besetzt ist. Die Zooiden, die auf dem cylindrischen Körper — dem Stolo der Autoren — sitzen, sind dem *Doliolum* in vielen Punkten sehr ähnlich. Wie die Untersuchungen von Kowalevsky und Barrois gezeigt haben, erreichen alle diese Zooiden die Geschlechtsreife; ihre Musculatur ist aber sehr wenig entwickelt, so dass sie schwerlich ein selbständiges Leben führen können.

Kowalevsky und Barrois sprechen die Vermuthung aus, dass der cylindrische Körper, auf dem die Anchinienzooiden befestigt sind, ein Theil des dorsalen Körperauswuchses eines der *Doliolum*-Amme ähnlichen, ungeschlechtlichen Geschöpfes ist, und dass die Zooiden der *Anchinia* der Geschlechtsgeneration von *Doliolum* entsprechen. Ein Vergleich des von den genannten Autoren bei *Anchinia* Gesehenen mit dem, was von mir über die Fortpflanzung von *Doliolum* nachgewiesen wurde, giebt aber, wie mir scheint, die Möglichkeit, eine etwas präcisere Vorstellung über die *Anchinia*-Amme zu erhalten.

Von Kowalevsky und Barrois wurden auf dem cylindrischen, die *Anchinia*-Zooiden tragenden Körper, zwischen diesen Zooiden in verschiedenen Entwickelungsstadien eine grosse Zahl dicht zusammen gedrängter, sehr grosser »Zellen« beobachtet.**) Trotzdem diese, nach der Abbildung zu urtheilen, auffallend grossen »Zellen« von den genannten Autoren nicht näher untersucht wurden, scheinen mir ihre Lage, sowie ihre auffallenden Dimensionen auf ihre wirkliche Natur zu deuten. Diese »Zellen« sehe ich als Urknospen an, die, ähnlich wie bei *Doliolum* (Taf. 10, Fig. 1, 2), einen Urknospenstreifen bilden. Wie bei *Doliolum* geben wahrscheinlich diese Urknospen Knospen ab, die sich fixiren und zu mit Geschlechtsorganen versehenen Anchinien sich ausbilden. Wenn diese Annahme richtig ist, so muss man nothwendigerweise annehmen, dass die Anchinienamme einen bei der *Doliolum*-Amme vorkommenden ähnlichen Stolo prolifer besitzt. Die Anchinienamme besitzt folglich mit grosser Wahrscheinlichkeit, wie die von *Doliolum*, einen ventralen Stolo prolifer, der zu selbständigen Bewegungen fähige Urknospen abgiebt. Diese Urknospen gelangen in ihren Wanderungen auf den dorsalen Körperauswuchs der Anchinienamme, wo sie Knospen abgeben, die sich auf dem genannten Körperauswuchse fixiren und zu den von Kowalevsky und Barrois eingehend beschriebenen Geschlechtsthieren sich ausbilden.

Ein wichtiger Unterschied der *Anchinia* von *Doliolum* liegt in dem vollkommenen Mangel eines Polymorphismus der Geschlechtsgeneration bei der Ersteren. Alle aus den Knospen sich

*) Kowalevsky, A., et J. Barrois, Matériaux pour servir à l'histoire de l'*Anchinie*. in : Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. T. XIX. 1883. p. 1—23. Pl. 1—3.

**) L. c. p. 3. Taf. II. Fig. 1. c.

entwickelnden Anchinien sind nach den Angaben von Kowalevsky und Barrois mit Geschlechtsorganen versehen. Wenn die oben angeführten Auseinandersetzungen über die Ursachen, die den Polymorphismus der Geschlechtsgeneration bei *Doliolum* hervorgerufen haben, als richtig anerkannt werden, so ist man gezwungen anzunehmen, dass diese Ursachen bei der *Anchinia* nicht existiren, dass folglich der *Anchinia*-Amme eine reichere Nahrung als der *Doliolum*-Amme zur Verfügung steht. Da, soviel bekannt, die *Anchinia*-Eier einen bedeutenden Vorrath von Nahrungsmaterial nicht enthalten, so wird man zu der Annahme geführt, dass die *Anchinia*-Amme nicht wie die von *Doliolum* die Fähigkeit verliert, sich selbständig zu ernähren und dass ihre Ernährungs- und Athmungsorgane nicht in Zerfall gerathen.

Eigenthümlich für die *Anchinia* ist die, wie es scheint, normale Abtrennung des dorsalen Körperauswuchses der Amme von dem Ammenkörper und die Fähigkeit der aufwachsenden Geschlechtsthiere, auf solchen abgelösten Theilen des dorsalen Körperauswuchses fortzuleben. Ein Abtrennen von mehr oder minder grossen Theilen des dorsalen Körperauswuchses der Amme habe ich auch bei grossen *Doliolum*-Ammen aus der Bucht von Villafranca beobachtet. Die im Wachsen begriffenen, auf diesem abgelösten Theile fixirten Doliolen entwickelten sich nicht wie bei der *Anchinia* weiter, sondern gingen in der Regel zu Grunde. Das Fortleben und die Weiterentwickelung der Geschlechtsthiere der *Anchinia* kann man nur so erklären, dass die vollkommen ausgebildeten Geschlechtsthiere, die, wie es scheint, zeitlebens befestigt bleiben, die Ernährung der ganzen Colonie vollziehen. Mit der sedentären Lebensweise der Individuen der Geschlechtsgeneration der *Anchinia* steht wahrscheinlich die äusserst mangelhafte Ausbildung ihrer Musculatur in Zusammenhang.

Wenn wir alles über die *Anchinia* Gesagte zusammenfassen, so ergiebt sich Folgendes. Aller Wahrscheinlichkeit nach folgt auch bei der *Anchinia* einer ungeschlechtlichen Ammengeneration eine geschlechtliche. Die Amme von *Anchinia* ist wahrscheinlich ähnlich wie die von *Doliolum* mit einem ventralen Stolo prolifer und einem dorsalen Körperauswuchse versehen. Vom Stolo prolifer gehen wahrscheinlich Urknospen ab, die vermittelst Pseudopodien ihrer Epidermiszellen sich bewegen können. Bei ihrer Wanderung auf der Oberfläche des Ammenkörpers gelangen sie wahrscheinlich auf die Rückenseite des dorsalen Körperauswuchses der Amme; dort angelangt, geben sie wahrscheinlich Knospen ab, die sich auf dem dorsalen Körperauswuchse fixiren und, von der Amme ernährt, zu Geschlechtsthieren erwachsen. Die letzteren führen kein selbständiges Leben, sondern bleiben am dorsalen Körperauswuchse befestigt und dienen wahrscheinlich zur Ernährung des von der Amme abgeschnürten, dorsalen Körperauswuchses, sowie der auf diesem Körperauswuchse sich findenden und im Wachsen begriffenen Brut der Amme.

Zur Fortbewegung fähige Urknospen scheinen aber nicht nur von dem Stolo prolifer der Ammen der Cyclomyarien, sondern auch von dem einiger Synascidienammen abzugehen. Als den Urknospen von *Doliolum* ähnliche Gebilde sehe ich die »Gemme« an, die Della Valle am Körper der Larven seiner *Distaplia magnilarva*, und später am Körper der aus

dieser Larve aufgezogenen jungen Ascidie beobachtete,*) sowie die frei im Mantel des *Didemnium styliferum* liegenden Knospen, die Kowalevsky an Thieren aus dem Rothen Meere auffand.**)

An jungen Larven seiner *Distaplia magnilarva* fand Della Valle an der Bauchseite ihres Körpers, am Hinterende des Endostyles einen »bottone«, der nach den ziemlich dürftigen Angaben des italienischen Forschers durch eine »estroflessione« des Ectoderms der Larve und des »foglietto parietale del peritoneo« gebildet ist. Da die Larve der *Distaplia magnilarva* von Della Valle nicht besonders eingehend studirt wurde***), so glaube ich besser zu thun, diese letzte Angabe über den Bau des »bottone« unberücksichtigt zu lassen. Wenn wir auch leider nichts über den Bau dieses knopfförmigen Aufsatzes am Körper der *Distaplia*-Larve kennen, so kann über seine Existenz bei der Larve kein Zweifel obwalten, da es Della Valle gelang, seine weiteren Schicksale zu verfolgen. Von ihm schnüren sich Theile ab, die in Form von mehr oder weniger verlängerten Körpern am Körper der Larve angeheftet bleiben und hier sich wieder theilen.†) Es gelang diesem Forscher sogar, die Larve der *Distaplia* bis zur Verwandlung in eine junge Ascidie zu züchten. Am Körper dieser Ascidie fanden sich auch mehrere solcher freien Knospen, die vom knopfförmigen Aufsatze des Larvenkörpers abgeschnürt sind.††)

Den knopfförmigen Aufsatz des Larvenkörpers beschreibend, erwähnt schon Della Valle, dass er da am Körper der Larve gelagert ist, »dove si forma lo stolone dei Pirosomi.« Die Aehnlichkeit der Lage dieses Aufsatzes der *Distaplia*-Larve mit der Lage des Stolo prolifer der Pyrosomen-, Salpen- und *Doliolum*-Amme ist sogleich in die Augen fallend; wenn wir dieser Aehnlichkeit noch die feststehende Thatsache hinzufügen, dass der knopfförmige Aufsatz der *Distaplia*-Larve, ähnlich dem Stolo prolifer der genannten Tunicaten, Knospen abgiebt, so sind wir, wie mir scheint, berechtigt, trotz unserer Unkenntniss seines Baues diesen Aufsatz der *Distaplia*-Larve für ein dem Stolo prolifer der Ammen der Pyrosomen, Salpen und Doliolen entsprechendes Gebilde anzusehen und die mit diesem Stolo prolifer versehene *Distaplia*-Larve als eine Amme zu betrachten.

---

*) Della Valle, A., Nuove contribuzioni alla storia naturale delle Ascidie composte del Golfo di Napoli. Roma 1881 (Abdruck aus den Memorie della R. Accad. dei Lincei. Anno CCLXXVIII [1880—81]). p. 16. Tab. I. Fig. 41. Taf. III. Fig. 23, 27.

**) Kowalevsky, A., Ueber die Knospung der Ascidien (Archiv f. mikroskop. Anatomie X. 1874).

***) Um ein Beispiel der von Della Valle bei der Untersuchung dieser Larve erlangten Resultate zu geben, erwähne ich nur, dass nach der Ueberzeugung dieses italienischen Forschers der Chordastrang nichts anderes als ein Canal ist, dessen Wände aus einem Divertikel des »sacco peritoneale« bestehen (L. c. p. 16). Was Della Valle unter der Bezeichnung »sacco peritoneale« versteht, ist mir nicht klar geworden. Auf S. 25 scheint er mit diesem Namen die zur Bildung des Atrium dienenden Perithoracalröhren zu bezeichnen; in der Beschreibung der Larve seiner *Distaplia* erwähnt er der Perithoracalröhren gar nicht, spricht aber von der Atriumhöhle, als wenn sie von Anfang an als solche bestehe (p. 8. Tab. III. Fig. 23, 24). Das vermeintliche Divertikel des »sacco peritoneale«, das den Chordastrang bilden soll, ist in der Fig. 24 ganz deutlich als von dem Kiemensacke der Larve abgehend abgebildet.

†) L. c. Taf. III. Fig. 23 *g'*, *g''*, Fig. 27.

††) L. c. Taf. I. Fig. 4' *gg*.

Die von diesem Stolo prolifer der *Distaplia*-Larve abgehenden Knospen sind nach den Angaben von Della Valle, ähnlich den Urknospen von *Doliolum*, äusserst rudimentär gebaut*) und können gewiss nicht ein selbständiges Leben führen. Diese »Gemme« theilen ausserdem mit den Urknospen von *Doliolum* die Fähigkeit, sich zu theilen, sie besitzen endlich offenbar, ähnlich den Urknospen von *Doliolum*, die Fähigkeit, sich an die Oberfläche des sie producirenden Thieres anzuheften, was eine Fähigkeit der Zellen der die *Distaplia*-Knospen überkleidenden Epidermis, Pseudopodien auszusenden, voraussetzt. Die Aehnlichkeit dieser von der *Distaplia*-Larve producirten Knospen mit den *Doliolum*-Knospen ist eine so grosse, dass wir gezwungen sind, sie als einander entsprechende Gebilde anzusehen und zu dem Schlusse zu kommen, dass die *Distaplia*-Larve die Rolle einer Amme spielt, dass sie von ihrem Stolo prolifer den bei *Doliolum* beobachteten ähnliche Urknospen abgiebt, die später sich in Knospen theilen.

Auf die Aehnlichkeit der Urknospen von *Doliolum* mit den von Kowalevsky im äusseren Mantel des *Didemnium styliferum* freiliegend beobachteten Knospen wurde schon von Grobben**) hingewiesen. Es kann auch kein Zweifel bestehen, dass die von mir als Urknospen gedeuteten »Gemme« der *Distaplia* den freien Knospen des *Didemnium styliferum* entspreche. Wie bekannt, suchte Kowalevsky vergebens nach dem Ursprunge dieser Knospen und sprach endlich die Vermuthung aus, dass sie als im Mantel des Thieres in grosser Zahl vorkommende Zellenanhäufungen aus der Epidermis entstehen. Gegen eine solche Entstehungsweise sprach sich Della Valle aus***), der eine dem *Didemnium styliferum* Kow. sehr nahe verwandte Form (zwei Arten seines neuen Genus *Distaplia*) untersuchte. Nach diesem Autor ist es sehr wahrscheinlich, dass die freien Knospen des *Didemnium styliferum*, ähnlich wie die der *Distaplia*, von einem Stolo prolifer der von Kowalevsky nicht gesehenen Larve abgeschnürt werden. Dieser Meinung von Della Valle schliesse ich mich vollkommen an.

Wir wissen noch viel zu wenig über die Fortpflanzungsvorgänge der genannten Synascidien, um eine genügende Erklärung der Phylogenese der Urknospen bei ihnen zu wagen. Soweit die Larve der *Distaplia magnilarva* bekannt ist, kann auf den ersten Blick hier der Mangel an Nahrungsmaterial nicht als Factor bei der Ausbildung der Urknospen gewirkt haben. Die Larve enthält, nach den Angaben von Della Valle, einen grossen Vorrath von wahrscheinlich aus dem Ei stammendem Nahrungsdotter. Unter den Angaben des italienischen Forschers finden sich aber einige, die mir doch auf den Nahrungsmangel als Ursache der Ausbildung der Urknospen zu deuten scheinen. Wie schon oben gelegentlich bemerkt wurde, gelang es Della Valle, prolificirende *Distaplia*-Larven bis zu ihrer Metamorphose in junge Ascidien zu züchten. Eine solche bei *Doliolum* nicht vorkommende Weiterentwickelung der prolificirenden Amme möchte vielleicht die Ausbildung von Urknospen, trotz der Anwesenheit eines genügenden Quantums von Nahrung, erklären. Die *Distaplia*-Amme

*) L. c. Taf. III. Fig. 27.
**) L. c. p. 43.
***) L. c. p. 20.

(-Larve) giebt möglicherweise darum von ihrem Stolo prolifer nur äusserst wenig entwickelte Urknospen ab, weil der in der Larve sich findende Nahrungsvorrath zum grössten Theil zur weiteren Ausbildung der Amme (Larve) verbraucht wird.

Von allen Tunicaten sind die zwei erwähnten Synascidien (*Distaplia* und *Didemnium styliferum*), soviel bekannt, die einzigen, die bei der Ausbildung der Geschlechtsgeneration aller Wahrscheinlichkeit nach Anpassungen unterworfen wurden, die zu ähnlichen Resultaten geführt haben, wie sie bei den Cyclomyarien zu beobachten sind. Am stärksten wirkten diese Anpassungen bei *Doliolum*, wo sie einen Polymorphismus der Geschlechtsgeneration hervorgerufen haben. Bei der dem *Doliolum* sehr nahe verwandten *Anchinia* scheinen diese Anpassungen schon mit viel geringerer Intensität gewirkt und zu noch bedeutend geringeren Resultaten endlich bei den genannten Synascidien geführt zu haben.

Die von Della Valle untersuchte *Distaplia* ist besonders darum interessant, weil nicht nur von dem Stolo prolifer ihrer Amme resp. Larve dem *Doliolum* ähnliche Urknospen abgehen, sondern auch darum, weil nur bei dieser Synascidie ein deutlicher, dem der Pyrosomen-, Salpen- und *Doliolum*-Ammen ähnlicher Stolo prolifer nachgewiesen ist. Bei allen übrigen Synascidien, deren Fortpflanzungsvorgänge leider bis jetzt nur äusserst ungenügend untersucht sind, können wir die Anwesenheit eines solchen Stolo prolifer nur vermuthen.

Nach den Angaben von Krohn*) geht der Fortpflanzungsverlauf des *Botryllus* folgendermaassen vor sich. Das aus der Larve sich ausbildende Individuum giebt bald, nachdem es sich festgesetzt hat, und zu der Zeit, wo es noch lange nicht seine vollkommene Reife erlangt hat, an »der rechten Seite seines Leibes, in der Gegend des Herzens«, eine Knospe ab. »Bevor der Sprössling seine Reife erreicht, geht mit dem Mutterthiere eine unerwartete Veränderung vor sich. Es beginnt zu verkümmern, schrumpft ein und geht endlich spurlos zu Grunde.«

Bevor noch dieses Individuum der zweiten Generation sich vom *Botryllus* der ersten Generation abgelöst hat, beginnt sich zu jeder Seite seines Körpers eine Knospe zu bilden. Diese zwei Botryllen der dritten Generation vertreten das sie producirende und jetzt zu Grunde gehende Individuum und geben wieder an ihren Seiten je eine Knospe ab, die zu vier Botryllen der vierten Generation sich ausbilden. Diese vier Botryllen bilden ein System oder Coenobium, in dessen Centrum die gemeinsame Cloake mit ihrer nach aussen führenden Oeffnung gebildet wird.

Jeder der vier das erste System zusammensetzenden Botryllen producirt zwei, zuweilen auch drei Knospen, die, ähnlich wie an den Botryllen der früheren Generationen, an den Seiten des Thierleibes liegen. Diese durch Knospung entstandenen Individuen dienen ähnlich denen, die später wieder von diesen durch Knospung entstehen, zur Vergrösserung des schon angelegten, sowie zur Bildung neuer Systeme.

---

*) Krohn, A., Ueber die früheste Bildung der *Botryllus*-Stöcke. Arch. f. Naturg. 1869. XXXV. I. p. 326—333. Taf. XIV.

Ueber die Geschlechtsverhältnisse der in der beschriebenen Weise aufeinander folgenden Generationen haben wir bis jetzt nur äusserst dürftige Angaben, die darauf hinzudeuten scheinen, dass die ersten *Botryllus*-Generationen ungeschlechtlich bleiben, folglich als Ammengenerationen angesehen werden müssen. So sagt Krohn in seinem Aufsatze über die Fortpflanzung des *Botryllus**): »Es kommt eben bei der ersten Bildung der Stöcke zunächst auf ihr Wachsthum, ihre Vergrösserung an, während die älteren Stöcke ausserdem noch, und zwar vorzugsweise durch die in ihnen erzeugten freischwärmenden Larven für die Ansiedelung neuer Colonien, also für die räumliche Verbreitung der Art zu sorgen haben.« Della Valle gelang es auch, solche (wahrscheinlich eben angelegte) *Botryllus*-Colonien zu beobachten, in welchen alle Individuen geschlechtslos waren.**)

Oben wurde bereits erwähnt, dass die *Botryllus*-Knospen nach Krohn's Beobachtungen »in der Gegend des Herzens« des Kospen abgebenden Thieres angelegt werden. Nach den übereinstimmenden Angaben von Metschnikow***), Krohn und Della Valle†) nehmen an der Bildung der Knospe, ähnlich wie bei der Bildung des Stolo prolifer anderer Tunicatenammen, Gewebe aller drei Blätter des Ammenorganismus Theil††). Der ganze Unterschied der Amme von *Botryllus* von der z. B. eines *Doliolum* scheint darin zu bestehen, dass bei der *Doliolum*-Amme ein Stolo prolifer gebildet wird, von dem allmählich eine grosse Zahl Knospen abgehen, während bei der *Botryllus*-Amme der ganze Stolo prolifer entweder zur Bildung einer Knospe verbraucht wird, oder das Material zur Bildung sehr weniger (höchstens drei) Knospen giebt. Die geringe Zahl der Knospen, die die *Botryllus*-Amme abgiebt und die für die Art gewiss sehr unvortheilhaft ist, wird durch die Vermehrung der aufeinander folgenden Ammengenerationen ersetzt: bei *Botryllus* liefert die Amme nicht sogleich Geschlechtsthiere, die wieder Ammen erzeugen, sondern eine ganze Reihe von Ammen; dieser aufeinander folgenden Reihe von Ammengenerationen folgen endlich Geschlechtsthiere, die aber wieder die Fähigkeit besitzen, auf ungeschlechtlichem Wege Geschlechtsthiere zu produciren.

Aeusserst eigenthümliche Fortpflanzungsvorgänge wurden zuerst von Gegenbaur†††) und später von Ganin†*) und Della Valle†**) bei Arten der Synascidiengruppe Didemnidae beschrieben. Von Gegenbaur wurde die Entdeckung gemacht, dass aus dem Eie des *Didemnium gelatinosum* sich zwei miteinander zusammenhängende Individuen ausbilden; da Gegenbaur

*) Krohn, A., Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Botrylliden Arch. f. Naturg. XXXV. 1869. I. (p. 190—196). p. 193. Anmerkung 1.

**) L. c. p. 59.

***) Metschnikow, Ueber die Larven und Knospen von *Botryllus*. Mélanges biologiques. VI. 1868.

†) L. c.

††) Ganin ist der einzige, der die Knospe ausschliesslich aus der Epidermis des *Botryllus* sich hervorbilden lässt. Von Ganin wurde auch die Milne Edwards'sche, hauptsächlich von Metschnikow als falsch erkannte Anschauung über Knospungsfähigkeit der Mantelgefässe wieder aufgenommen (Ganin, Entwickelungsgeschichte der zusammengesetzten Ascidien. Warschau 1870. Russisch).

†††) Gegenbaur, Ueber *Didemnium* M. Edw. Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Ascidien (Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1862).

†*) Ganin, l. c. †**) Della Valle, l. c.

solche Larven in der colonialen Mantelhülle der Ascidie fand und in derselben Mantelhülle junge sowie ausgewachsene Doppelascidien beobachtete, eine Knospung der Ascidien aber nicht auffinden konnte, so kam er zu der Vermuthung, dass das *Didemnium gelatinosum* sich ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege fortpflanze. Gegenbaur glaubte annehmen zu müssen, dass nur ein Theil der aus den Eiern herauskommenden Larven ihren Larvenschwanz brauchen und zur Gründung neuer Colonien dienen, während die übrigen Larven im Mantel der Colonie bleiben und hier, ohne ihren Larvenschwanz gebraucht zu haben, sich in Ascidien umwandeln.

Ganin, der die Untersuchung des *Didemnium gelatinosum* wieder aufnahm, bestätigte die Gegenbaur'sche Angabe, dass aus dem Ei mehr als ein Individuum sich ausbilde. Er zeigte aber, dass die Larve des *Didemnium gelatinosum* von den Larven anderer Synascidien sich nur darin unterscheidet, dass sie noch in einer sehr frühen Lebensperiode Knospen abgiebt und nach Abgabe derselben selbst zu Grunde geht. Nach den Angaben von Ganin sollen die Larven ausschliesslich zur Gründung neuer Colonien dienen, das Wachsthum der Colonien wird durch Knospung ausgewachsener, mit Geschlechtsorganen versehener Ascidien hervorgerufen. Nach Della Valle sollen Knospen abgebende Larven nur bei denjenigen dem alten Genus *Didemnium* angehörenden Synascidien vorkommen, die er dem neuen Genus *Pseudodidemnium* zurechnet; bei den Synascidien, die zu den neuen Genera *Trididemnium* und *Tetradidemnium* gezählt werden, findet man eine Knospung nur bei den ausgewachsenen Ascidien.

Nach diesen Angaben muss auch bei den zu der Gattung *Pseudodidemnium* gehörenden Synascidien ein Generationswechsel angenommen werden; die Knospen abgebende Larve, die selbst nach dieser Knospenabgabe zu Grunde geht, muss gewiss als Amme angesehen werden; die aus diesen Knospen sich hervorbildenden Ascidien gehören zur Geschlechtsgeneration, die wie bei *Botryllus* die Fähigkeit besitzt, auch auf ungeschlechtlichem Wege sich fortzupflanzen. Bei den Synascidien der zwei oben erwähnten Gattungen (*Trididemnium* und *Tetradidemnium*) scheint der Fortpflanzungscyclus ohne Metagenesis zu verlaufen.

Die Vorgänge bei der Ausbildung der Knospen auf dem Körper der Amme resp. Larve von *Didemnium* (*Pseudodidemnium*) *gelatinosum* wurden nur von Ganin studirt*). Aus den ziemlich oberflächlichen Angaben dieses Forschers kann man nur das entnehmen, dass die Amme auf ungeschlechtlichem Wege zwei neue Thiere producirt, und dass jedes von diesen neuen Thieren aus zwei aneinander liegenden Knospen entsteht.**) Das Hervorbilden neuer Ascidien auf ungeschlechtlichem Wege aus dem Körper ausgewachsener, mit Geschlechtsorganen versehener Ascidien geht, wie bekannt, bei allen Didemniden in derselben Weise vor sich: jedes durch Knospung entstehende Individuum bildet sich aus zwei zuerst gesonderten Knospen. Obgleich

*) Ganin, l. c. p. 29—32, Taf. IV, Fig. 13. Taf. V. Fig. 1—3.

**) Ganin's Angabe, dass die Knospen ausschliesslich aus der Hautschicht der Larve sich ausbilden, wird sich ganz gewiss als unrichtig erweisen.

ein solcher Vorgang der Knospenbildung von Ganin und Della Valle ziemlich eingehend studirt wurde, so bleibt er doch bis auf neue Untersuchungen völlig unverständlich und mit dem, was wir über Knospung anderer Tunicaten kennen, unvereinbar.

Ebenso unverständlich bleibt bis jetzt das, was wir von Kowalevsky über die Knospung von *Amauroecium* erfahren.*) Nach den Angaben des berühmten Embryologen soll das sogenannte Postabdomen von *Amauroecium*, in dessen Hinterende, wie bekannt, das Herz der Ascidie liegt, durch Ringfurchen in eine Anzahl von Partien getheilt werden. Aus jedem von diesen Postabdomentheilen entwickelt sich eine neue Ascidie, die zur Vergrösserung der Colonie dient. Welche Rolle dieser eigenthümliche Theilungsprocess, der in Manchem an die Bildung der Ascidiozooiden der Pyrosomen erinnert, im Fortpflanzungscyclus des *Amauroecium* spielt, ist zur Zeit unmöglich zu sagen.**)

Aus dem hier über die Fortpflanzung der Synascidien Mitgetheilten scheint hervorzugehen, dass nicht alle Tunicaten dieser Gruppe einer Metagenesis unterworfen sind. Bei einigen Synascidien entwickelt sich aus dem Ei direkt eine mit Geschlechtsorganen versehene Ascidie, die die Fähigkeit besitzt, auch auf ungeschlechtlichem Wege sich zu vermehren.***) Bei anderen Synascidien (Botryllidae, *Pseudodidemnium*) giebt es eine oder mehrere aufeinander folgende Ammengenerationen, denen knospungsfähige Individuen der Geschlechtsgeneration folgen. Die von Della Valle untersuchte *Distaplia* scheint zwischen diesen zwei Categorien ihren Platz zu haben; wie oben geschildert wurde, bildet sich aus dem Ei dieser Synascidie eine Larve aus, die ähnlich wie bei *Pseudodidemnium* Knospen abgiebt, selbst aber nicht zu Grunde geht, sondern sich weiter entwickelt.

Von den übrigen Tunicaten haben wir noch die durch Metagenesis verwickelte Fortpflanzung der Salpen und Pyrosomen mit dem Fortpflanzungsverlauf von *Doliolum* zu vergleichen. Wie schon früher gelegentlich bemerkt wurde, kann man nicht daran zweifeln, dass das sogenannte Cyathozooid von *Pyrosoma* der *Doliolum*-Amme, und dass die Körperverlängerung des Cyathozooids, die zur Bildung der vier Ascidiozooiden verbraucht wird, dem Stolo prolifer der *Doliolum*-Amme entspreche. Die Pyrosomenamme (das Cyathozooid) bleibt, wie die schönen Untersuchungen von Huxley †) und Kowalevsky ††) gezeigt haben, sehr wenig entwickelt und zu einem selbständigen Leben unfähig. Das Pyrosomenei enthält eine so grosse Menge von Nahrungsvorrath, dass die aus diesem Ei hervorkommende Amme (Cyathozooid) am besten ihre Aufgabe — durch Knospung neue Thiere zu produciren und sie, bis sie zum selbständigen Leben fähig werden, zu ernähren — erfüllt, wenn sie an diesen Nahrungsvorrath ange-

*) Kowalevsky, Ueber die Knospung der Ascidien. Archiv für mikroskop. Anatomie X. 1874.

**) Möglicherweise ist die Knospen abgebende Ascidie als Amme und das Postabdomen als Stolo prolifer anzusehen.

***) An solche Synascidien werden wahrscheinlich die social lebenden Ascidien (*Perophora*, *Clavellina*) sich anschliessen.

†) Huxley, On the anatomy and development of *Pyrosoma*. Trans. of the Linn. Soc. XXIII.

††) Kowalevsky, Ueber die Entwickelungsgeschichte der *Pyrosoma*. Archiv f. mikroskop. Anatomie XI.

heftet bleibt. Wir sehen auch, dass bei der Pyrosomenamme alle Organe, die bei dem Verkehr mit der Aussenwelt in Thätigkeit gebracht werden, unentwickelt bleiben und dass ihre ganze Organisation sich vortrefflich an die Verhältnisse, in denen sie zu leben hat, anpasste. Die Wirkung des grossen Nahrungsvorrathes im Eie auf den Bau des Cyathozooids tritt besonders deutlich hervor, wenn wir dieses mit der aus dem mit Nahrungsdotter nur sehr spärlich versehenen *Doliolum*-Eie hervorkommenden Amme vergleichen. Die *Doliolum*-Amme, deren Ernährungsverhältnisse im Vergleiche mit der Pyrosomenamme sehr ungünstig sind, ist, wie wir wissen, ein zum selbständigen Leben besonders gut geeignetes Wesen. Etwas einem Zerfalle der Ernährungs- und Athmungsorgane der *Doliolum*-Amme Aehnliches findet sich nicht bei der Pyrosomenamme; sie geht sogleich zu Grunde, nachdem sie ihre Aufgabe erfüllt hat, und folglich für die Art von keinem Nutzen mehr sein kann; bei *Doliolum* wird im Gegentheil die Amme von der von ihr erzeugten Brut noch ziemlich lange am Leben erhalten, da mit dem Absterben der Amme auch ihre Brut unentwickelt geblieben wäre und deshalb die Existenz der Art nicht gesichert würde.

Die Individuen der Geschlechtsgeneration von *Pyrosoma* (die Ascidiozooiden) besitzen ebenso wie die Synascidien die Fähigkeit, Knospen zu produciren.

Was endlich die Salpen betrifft, so folgt auch bei ihnen der ungeschlechtlichen Generation (solitären Salpe) eine Geschlechtsgeneration (aggregirte Salpen). Die solitäre Salpe muss ohne Zweifel der *Doliolum*-Amme zur Seite gestellt, und der Stolo prolifer der *Doliolum*-Amme auch als dem Stolo der solitären Salpe gleichwerthig betrachtet werden. Aehnlich wie bei *Doliolum* producirt die Geschlechtsgeneration eine Nachkommenschaft ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Salpen und *Doliolum* besteht darin, dass bei den Salpen die auf ungeschlechtlichem Wege von der Amme producirte Brut in vollkommen ausgebildetem, bei *Doliolum* aber in einem noch sehr unvollkommenen Zustande vom Stolo prolifer abgelöst wird. Diese Verschiedenheit in dem Grade der Ausbildung, in welcher die Brut vom Stolo prolifer abgeht, hängt auch in diesem Falle aller Wahrscheinlichkeit nach von den Ernährungsverhältnissen ab, in denen die Ammen sich finden. Die Salpenamme wird, wie bekannt, lange Zeit von dem sie erzeugenden Geschlechtsthiere vermittelst der sogenannten Placenta ernährt; als Nahrungsvorrath für die Amme muss auch der sogenannte Elaeoblast betrachtet werden; die Salpenamme gebraucht endlich während ihres ganzen Lebens ihre Ernährungsorgane. Bei *Doliolum* findet sich im Gegentheile die Amme in so schlechten Ernährungsverhältnissen, dass sie, wie oben eingehend geschildert wurde, zum Zwecke der Ernährung der von ihrem Stolo prolifer abgehenden Brut einen Theil ihrer Organe aufopfern muss; ungeachtet dessen löst sich doch diese Brut in einem so wenig weit entwickelten Zustande von der Amme ab, dass besondere Anpassungen unumgänglich nothwendig erscheinen, damit aus ihr sich Geschlechtsthiere ausbilden.

Wenn wir den Versuch machen wollen, auf die Frage nach der Ursache der Verschiedenheiten, welche die Metagenesis bei den verschiedenen Gruppen der Tunicaten darbietet, eine Antwort zu geben, so stossen wir sogleich auf die Frage nach der Ursache der Entstehung der

Metagenesis überhaupt. Wie bekannt, wurden von verschiedenen Seiten Versuche gemacht, diese Frage zu lösen; die ausgesprochenen Meinungen gingen, wie sogleich gezeigt werden wird, nicht unbedeutend auseinander.

Die eigenthümliche Fortpflanzungsart, die schon längst bei Hydroidpolypen, Salpen u. a. niederen Thieren von verschiedenen Forschern mehr oder weniger eingehend beobachtet wurde, und die dadurch characterisirt ist, dass aus dem Ei ein ungeschlechtlich bleibendes Individuum sich ausbildet, das auf ungeschlechtlichem Wege Geschlechtsindividuen producirt, wurde, wie bekannt, erst von Steenstrup in ihrer vollen Bedeutung gewürdigt.*) Von Steenstrup wurde auch das aus dem Ei sich ausbildende, ungeschlechtlich bleibende Individuum als »Amme« bezeichnet; es wurde auch bewiesen, dass diese Amme ausschliesslich sich durch Knospung vermehre und dass die Ammenbrut zu Geschlechtsthieren sich ausbilde. Der ganze Fortpflanzungsverlauf wurde als »Generationswechsel« bezeichnet.

R. Leuckart war der erste, der den Versuch machte, die Ursachen der Entstehung eines so eigenthümlichen Fortpflanzungsmodus zu erörtern.**) Hauptsächlich die Hydroidpolypen in's Auge fassend, kam er zu dem Schlusse, dass der Generationswechsel in Folge der Arbeitstheilung entstanden sei. Nach Leuckart's Meinung hat sich aus der Stockbildung eine Arbeitstheilung und damit ein Polymorphismus der in der Colonie vereinigten Individuen ausgebildet. Die ursprünglich allen in der Colonie vereinigten Polypen eigene Fähigkeit, Genitalproducte zur Reife zu entwickeln, wurde mit der Zeit auf nur einige Individuen der Colonie beschränkt. Aus diesen Individuen bildete sich die Geschlechtsgeneration, während die ungeschlechtlichen Individuen der Colonie zu Ammen wurden. Später wurde diese Ansicht über den Ausbildungsmodus des Generationswechsels von Leuckart auch auf die Tunicaten übertragen; nach Leuckart »erscheint der Generationswechsel der Salpen noch deutlicher und ausschliesslicher denn sonst als eine Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Fortpflanzungslebens, bei der die beiden Hauptarten der Vermehrung, die geschlechtliche und die ungeschlechtliche, auf verschiedene Individuen und Generationen vertheilt sind.«***) Diesen Ansichten von Leuckart schlossen sich auch Claus†) und neuerlich Grobben††) an.

Einer anderen Meinung über den Ausbildungsmodus des Generationswechsels bei den Tunicaten ist Salensky, der, wie bekannt, den Salpen eine ganze Reihe von Untersuchungen gewidmet hat. Nach diesem Forscher »tritt die Beziehung der Metagenesis zur Metamorphose bei den Tunicaten viel deutlicher hervor als bei anderen Thieren«.†††) Balfour scheint auch geneigt zu sein, den Generationswechsel der Tunicaten als aus einer Verwickelung ihrer Me-

*) Steenstrup, Ueber den Generationswechsel. Kopenhagen. 1842.

**) Leuckart, Ueber den Polymorphismus oder die Erscheinungen der Arbeitstheilung in der Natur. Ein Beitrag zur Lehre vom Generationswechsel. Giessen 1851.

***) Leuckart, Zoologische Untersuchungen. II. Salpen und Verwandte. Giessen 1854. p. 66.

†) Claus, Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl. 1879. p. 62.

††) L. c. p. 78.

†††) Salensky, W., Ueber die Entwickelung des Hodens und über den Generationswechsel der Salpen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXX. Suppl. 1878.

tamorphose entstanden anzusehen*). Dieser Anschauungsweise schliesse ich mich auch vollkommen an.

Durch die Untersuchungen der letzten Decennien über die Entwickelung verschiedener Tunicaten wurde, wie bekannt, eine Reihe von feststehenden Thatsachen zusammengebracht, die einen ziemlich festen Boden zur Beurtheilung der Verwandtschaftsbeziehungen der Tunicaten zu anderen Thiergruppen sowie einzelner Tunicatengruppen zu einander darbieten. Diese Untersuchungen gaben z. B. sichere Beweise dafür, dass die Tunicaten am nächsten den Wirbelthieren verwandt sind und aller Wahrscheinlichkeit nach einen besonderen Lateralzweig des Wirbelthierstammes darstellen. Aus denselben Untersuchungen ist es weiter möglich den sicheren Schluss zu ziehen, dass von allen Tunicaten die Appendicularien die phylogenetisch ältesten Thiere sind, und dass die einfachen Ascidien diesen ältesten Tunicaten näher als andere Tunicaten verwandt sind. Wie zu erwarten war, sind die ältesten Tunicaten (Appendicularien, einfache Ascidien), ähnlich den Wirbelthieren, von denen sie abstammen, Thiere, die sich ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen.

Es fragt sich nun: wie konnte bei Thieren, die sich ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzten, eine ungeschlechtliche Vermehrung sich ausarbeiten?

Es kann kein Zweifel sein, dass bei so hoch organisirten Geschöpfen, wie die Tunicaten, die ungeschlechtliche Fortpflanzung nur auf einem Wege in den Fortpflanzungscyclus eintreten konnte, nämlich als Theilung äusserst früher Entwicklungsstadien, wo noch die Gewebe des Geschöpfes sich sehr wenig differenzirt haben. Eine solche Theilungsfähigkeit des Tunicatenembryo konnte mit der Zeit als für die Art günstig zu einer constanten Eigenschaft der Nachkommenschaft werden. Später konnte diese Theilungsfähigkeit des Embryo zur Knospung umgebildet und auf etwas spätere Entwicklungsstadien übertragen werden. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Ausbildung der agamen Reproduction bei den Tunicaten wird dadurch verstärkt, dass, wie von Rauber gezeigt wurde, auch bei den Wirbelthierembryonen zuweilen Theilungen vorkommen, die freilich nur als Ausnahmen angesehen werden müssen und zu teratologischen Fällen führen.**) Für eine solche Ausbildung der ungeschlechtlichen Vermehrung der Tunicaten spricht auch das, was wir über die Fortpflanzung dieser Thiere kennen. So sehen wir, dass bei einer grossen Zahl der Tunicaten die ungeschlechtliche Vermehrung in eine sehr frühe Periode der Entwickelung des Thieres fällt, so bei mehreren Synascidien (*Distaplia*, *Pseudodidemnium*), bei den Cyclomyarien, Salpen und Pyrosomen; bei den letztgenannten Thieren wird der Stolo prolifer, wie bekannt, in einer sehr frühen Entwickelungsperiode angelegt.

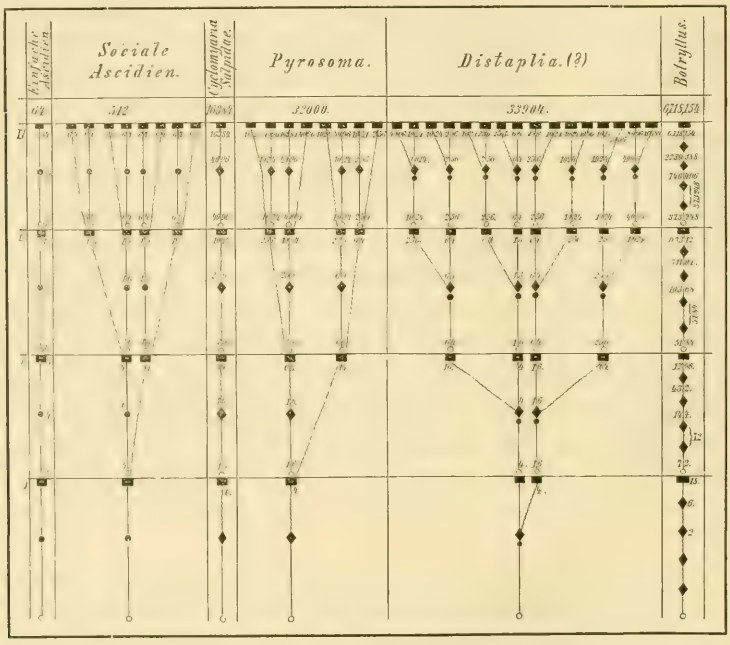
Die agame Reproduction bei den Tunicaten glaube ich folglich auf eine Theilung sehr junger Entwickelungsstadien zurückführen zu dürfen. Für den Uebergang dieser Theilung in eine Knospung stellen sich keine Schwierigkeiten ein. Das bei der Knospung von dem Orga-

*) Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsche Ausgabe. II. p. 31.

**) Morphol. Jahrbuch. V. Bd. 1879. p. 167.

nismus der Knospen gelieferte Zellenmaterial konnte entweder in toto sich zu einer Knospe ausbilden (wie bei *Botryllus*), oder zum Aufbaue einer ganzen Reihe von Knospen dienen. Im letzten Falle wurde ein Stolo prolifer gebildet. Da bei der Ausbildung des letzteren alle von ihm abgehenden Knospen unmöglich gleichzeitig sich entwickeln konnten, so wurde es unumgänglich nothwendig, dass das prolificirende Entwickelungsstadium weiter lebte, um die von ihm erzeugte Brut zu ernähren und zur vollen Ausbildung zu bringen. So bildete sich mit der Zeit ein ungeschlechtliches, selbständiges Wesen, das wir als »Amme« bezeichnen, und von dem durch Knospung sich mit Geschlechtsorganen versehene Individuen entwickeln. So entstand nach meiner Meinung der Generationswechsel der Tunicaten. Die so gebildete »Amme« musste nothwendigerweise einer ganzen Reihe von Anpassungen an die Lebensverhältnisse unterworfen sein. Wir sehen auch, dass die Amme bei verschiedenen Tunicaten sehr verschieden gebaut ist, dass sie bei den Salpen und Doliolen zur Ernährung und zum Umhertragen der von ihr erzeugten zahlreichen Brut, bei *Pyrosoma* zur Ernährung dieser Brut u. s. w. ausserordentlich gut angepasst ist.

Von welchem Vortheile für die Art eine solche Knospenabgabe in mehr oder weniger frühen Entwickelungsstadien ist, sieht man am besten aus der hier zugesammengestellten Tabelle,



in der mit ▬ die Geschlechtsthiere, mit ◆ die Amme, mit ● die Larve, mit ○ das Ei bezeichnet sind. Aus dieser Tabelle sehen wir, dass bei den einfachen Ascidien, die sich ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege vermehren, aus einem Ei eine Nachkommenschaft von 64 Individuen

in der vierten Generation resultirt, während bei den Cyclomyarien z. B., deren Larve sich zur Amme umgewandelt hat, ein Ei eine Nachkommenschaft von 16 384 Individuen der vierten Generation giebt.*) Es ergiebt sich auch, warum die einmal eingetretene Knospung eines früheren Entwickelungsstadiums als für die Art besonders günstige Fähigkeit auf die Nachkommenschaft übertragen wurde, und wie folglich der Generationswechsel als eine für die Art ausserordentlich günstige Fortpflanzungsart mit der Zeit sich herausgebildet hat.**) Die Resultate einer solchen Fortpflanzungsart können stark vermehrt sein durch Vermehrung der Ammengeneration. Einen solchen, zu ungeheueren Resultaten führenden Fall bietet *Botryllus*, bei dem, wie aus der Tabelle zu sehen ist, aus einem Ei über 6 Millionen Individuen der vierten Generation entstehen.***)

Was wir über die Fortpflanzung der Tunicaten kennen, führt zu der Annahme, dass nicht bei allen knospentreibenden Tunicaten sich ein regelmässiger Generationswechsel ausbildete, sondern die in den Fortpflanzungscyclus eingetretene agame Vermehrung zuweilen mit der geschlechtlichen in andere Combinationen tritt. So sehen wir, dass bei einigen Synascidien, sowie bei den sogenannten socialen Ascidien jedes Thier die Fähigkeit besitzt, sich auf geschlechtlichem Wege ebenso wie auf ungeschlechtlichem fortzupflanzen. Eine solche Fortpflanzungsart konnte, wie mir scheint, nur so entstehen, dass die agame Vermehrung, die früher nur an jüngeren Entwickelungsstadien vorkam, mit dem Laufe der Zeit immer auf spätere Stadien übertragen wurde, bis sie mit der Geschlechtsreife des Thieres zusammenfiel. Die socialen Ascidien, bei denen hauptsächlich eine solche Fortpflanzungsart vorkommt, betrachte ich darum als eine Gruppe, die phylogenetisch später sich differenzirt hat als die übrigen, colonial lebenden Ascidien. Bei den Pyrosomen endlich sehen wir ein Zusammentreffen der beiden eben erwähnten Fortpflanzungsarten. Ein frühes Entwickelungsstadium hat sich bei diesen Thieren zu einer Amme ausgebildet, während die Geschlechtsthiere ebenfalls die Fähigkeit erwarben, sich auf ungeschlechtlichem Wege zu vermehren. Eine so complicirte Fortpflanzungsart deutet, wie mir scheint, darauf hin, dass diese Thiere in nahen Verwandtschaftsbeziehungen zu den Synascidien stehen und verhältnissmässig sehr spät sich von denselben differenzirt haben.

*) In der Tabelle ist überall (mit Ausnahme von *Botryllus*) angenommen, dass jedes Geschlechtsthier vier entwickelungsfähige Eier ablegt, und dass bei jeder Knospung vier Knospen producirt werden.

**) Wenn meine Vermuthung, dass die von Della Valle untersuchte *Distaplia*-Larve nach Abgabe von Knospen sich zu einem Geschlechtsthier entwickelt, sich bestätigt, so muss man die Fortpflanzungsweise dieser Synascidie als einen Uebergang zwischen einfacher Geschlechtsvermehrung und dem echten Generationswechsel ansehen.

***) Bei der Darstellung des Fortpflanzungscyclus bei *Botryllus* bin ich den Angaben von Krohn gefolgt. Ich habe nur vier aufeinander folgende Ammen angenommen; von diesen Ammen giebt die erste eine, die zweite zwei, die dritte und vierte je drei Knospen. Das Geschlechtsthier legt vier entwickelungsfähige Eier ab. Die angeführten Zahlen sind kleiner als in Wirklichkeit, da ich die wahrscheinliche Fähigkeit der Geschlechtsthiere, Knospen abzugeben, nicht in Betracht gezogen habe.

ZWEITER THEIL.

SYSTEMATIK.

I. Capitel.

Versuch einer Genealogie der Tunicaten. Stellung der Gattung Doliolum im genealogischen Systeme der Tunicaten.

In diesem Capitel will ich alle im ersten Theile der vorliegenden Arbeit dargelegten Thatsachen zusammenfassen und sie bei Beurtheilung der Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppe »*Doliolum*« mit anderen Gliedern der grösseren Gruppe »*Tunicata*« benutzen. Ehe ich aber zur Behandlung der Verhältnisse, in denen *Doliolum* zu anderen Tunicaten steht, übergehe, muss ich einige Worte über die Verwandtschaftsbeziehungen der ganzen Tunicatengruppe zu anderen Thiergruppen sagen.

Wie bekannt, haben die glänzenden Untersuchungen von KOWALEVSKY über die Embryologie der einfachen Ascidien den Beweis geliefert, dass diese Thiere in ihrer Entwickelung am meisten den Wirbelthieren ähnlich sind. Es wurde bewiesen, dass, ähnlich wie bei den Wirbelthieren, bei den Ascidien aus dem Ei sich eine Blastosphaera ausbildet, die später sich in eine Gastrula umwandelt; dass, ähnlich wie bei den Wirbelthieren, aus einem Theile der Wand des Archenteron sich die Anlage des Chordastranges ausbildet, und dass, wieder wie bei den Wirbelthieren, oberhalb dieser Chordaanlage aus dem Ectoderm eine Rinne entsteht, deren Ränder zusammenwachsen, und die zum Nervenrohre wird. Aehnlich wie bei den Wirbelthieren endlich bilden sich durch Ectodermeinstülpungen, die mit den ihnen entsprechenden Ausstülpungen der Darmhöhle zusammenwachsen, paarige Communicationen zwischen Darmhöhle und dem den Embryo umgebenden Medium. Trotzdem bei der weiteren Entwickelung der einfachen Ascidien diese Aehnlichkeiten mit den Wirbelthieren verwischt werden und bei den ausgewachsenen Thieren gar nicht mehr zu erkennen sind, so glaubte man berechtigt zu sein, diese Uebereinstimmung der frühen Entwickelungsstadien der einfachen Ascidien mit den

Wirbelthieren als Beweis anzunehmen, dass die Tunicaten mit den Vertebraten viel näher verwandt sind als mit irgend einer anderen Thiergruppe.

In der ersten Zeit nach der eben erwähnten Entdeckung glaubte man endlich eine Brücke gefunden zu haben, die über die bis dahin offen liegende Kluft zwischen Wirbelthieren und Wirbellosen führe. So erklärte z. B. Häckel die Tunicaten für die ältesten übrig gebliebenen Vorfahren der Wirbelthiere. Bald aber trat diese Meinung wieder in den Hintergrund. Neue Untersuchungen lieferten mehrere Beweise dafür, dass die Wirbelthiere aller Wahrscheinlichkeit nach von den Anneliden abstammen, und dass die Tunicaten unmöglich als solche Thiere angesehen werden können, von denen der Wirbelthierstamm sich entwickelt hat. Hauptsächlich von Dohrn wurde die Ansicht vertreten, dass die Tunicaten aller Wahrscheinlichkeit nach einen kleinen Seitenzweig darstellen, der vom Wirbelthierstamm nahe von seiner Wurzel abgeht. Für eine solche Anschauung spricht auch der Umstand, dass die Tunicaten nur mit den Wirbelthieren Verwandtschaftsbeziehungen haben, während sie von allen übrigen Thiergruppen scharf abgesondert sind.

Die oben angeführten Besonderheiten im Bau der jungen Entwickelungsstadien der einfachen Ascidien, die auf die Verwandtschaftsbeziehungen dieser Thiere zu den Wirbelthieren deuten, finden sich, wie bekannt, während des ganzen Lebens bei den Appendicularien. Bei diesen Thieren erhält sich der Chordastrang, sowie seine Beziehungen zum Nervensysteme während des ganzen Lebens. Die sogenannten Perithoracalröhren, die bei den Ascidien schon bald zu der sogenannten Atriumhöhle zusammenfliessen, bleiben bei den Appendicularien auch zeitlebens in Form von Spirakeln unverändert. Alles das führte zu der Annahme, dass die Appendicularien, deren Entwickelungsgeschichte bis jetzt leider noch unbekannt ist, als die phylogenetisch ältesten Tunicaten anzusehen sind, und dass die einfachen Ascidien aus ihnen sich hervorgebildet haben.

In welchen Beziehungen stehen nun zu den Appendicularien und einfachen Ascidien die übrigen Tunicaten, die unter den Namen Synascidien, sociale Ascidien, Pyrosomen, Cyclomyaria und Desmomyaria (Salpen) vereinigt sind? Auf diese Frage, sowie auf die Frage nach den Verhältnissen, in denen die Tunicaten der letztgenannten Gruppen zu einander stehen, will ich im Folgenden den Versuch machen, eine Antwort zu geben.

Dass alle zuletzt genannten Gruppen der Tunicaten späteren Ursprunges sind als die einfachen Ascidien, darauf scheint Alles, was wir über ihre Entwickelung, sowie über ihre Fortpflanzung wissen, hinzudeuten. Bei keiner der zu diesen Gruppen gehörigen Tunicaten finden wir alle die für die Tunicatenentwickelung so characteristischen Züge, die bei den einfachen Ascidien constatirt wurden. Bei den Synascidien verlaufen, soviel aus den dürftigen Angaben über ihre Entwickelung zu sehen ist,*) die ersten Entwickelungsvorgänge, nämlich die Bildung der Chorda, ganz anders als bei den einfachen Ascidien; ebenfalls ganz anders wie

*) Ganin, l. c. Taf. IV (Entw. von *Didemnium gelatinosum*) und Taf. VI (Entw. von *Botrylloides*).

bei den einfachen Ascidien geschieht die Entwickelung der Pyrosomen*) und Salpen.**) Die Entwickelung von *Doliolum* unterscheidet sich endlich, wie aus dem II. Capitel dieser Arbeit zu ersehen ist, von der Entwickelung der einfachen Ascidien nicht unbedeutend. Wenn wir dazu noch in Betracht nehmen, dass alle genannten Tunicaten sich nicht nur auf geschlechtlichem Wege wie die einfachen Ascidien, sondern auch vermittelst Knospung reproduciren, so kann man, wie mir scheint, mit Gewissheit sagen, dass die Synascidien, die socialen Ascidien, die Pyrosomen, die Cyclomyarien und die Salpen phylogenetisch jüngere Thiere als die einfachen Ascidien sind.

Was wir über die Entwickelung der genannten Tunicaten kennen, deutet ausserdem darauf, dass die zusammengesetzten Ascidien (sammt den socialen Ascidien), sowie die Doliolen den einfachen Ascidien näher als die Pyrosomen und Salpen stehen. Nur bei den genannten colonial lebenden Ascidien und bei *Doliolum* gelangt der Chordastrang zu einer wirklichen Ausbildung und liegt, allerdings nur kurze Zeit, unter der Nervensystemanlage. Selbst wenn wir die von Salensky vermuthete Homologie des Elaeoblastes mit dem Chordastrange annehmen (oben wurde gezeigt, dass gegen eine solche Homologie nicht unbedeutende Einwände erhoben werden können), so erscheint doch bei den Pyrosomen, sowie bei den Salpen der Chordastrang von Anfang an in viel verkümmerterem Zustande — nämlich in Form des Elaeoblastes — als bei den colonial lebenden Ascidien und bei *Doliolum*, und liegt von Anfang an weit vom Nervensystem entfernt.

Betrachten wir eingehender diese den einfachen Ascidien näher stehenden Tunicaten (colonial lebende Ascidien, *Doliolum*), so kommen wir zu der Ueberzeugung, dass aller Wahrscheinlichkeit nach die colonial lebenden Ascidien (Synascidien und sociale Ascidien) als ein von den Cyclomyarien distincter Zweig von den einfachen Ascidien ihren Ursprung genommen haben. Zu einer solchen Annahme führt uns hauptsächlich das, was wir über den Fortpflanzungsmodus der genannten Thiere kennen, theils aber auch ihre Entwickelungsgeschichte. Wie früher eingehend gezeigt wurde, pflanzt sich *Doliolum* vermittelst eines so einfachen Generationswechsels fort, dass es auf das Evidenteste direct von solchen Thieren abzustammen scheint, die nur auf geschlechtlichem Wege sich vermehren. Da die Entwickelungsgeschichte von *Doliolum* auf seine ausserordentlich grosse Verwandtschaft mit einfachen Ascidien hinweist, so sind wir gezwungen anzunehmen, dass es direct von ihnen abstammt. Andererseits sind auch unzweifelhaft die colonial lebenden Ascidien den einfachen Ascidien sehr nahe verwandt. Der Umstand, dass zwischen den colonial lebenden Ascidien alle Stufen der Verwickelung des Generationswechsels sich zu finden scheinen, führt zu der Annahme, dass auch sie direct von den einfachen Ascidien ihren Ursprung genommen haben.

Unter diesen zwei von den einfachen Ascidien abgegangenen Zweigen ist der der colonial lebenden Ascidien der stärkste. Bei den Geschöpfen, die zu diesem Zweige gehören, ent-

*) Kowalevsky, Ueber die Entwickelungsgeschichte der *Pyrosoma*. Arch. f. mikroskop. Anatomie Bd. XI.

**) Salensky, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVII. 1877, und Mitth. aus d. zool. Station zu Neapel 1882.

standen die mannigfaltigsten Combinationen der beiden Fortpflanzungsarten. Da die in Rede stehenden Geschöpfe ähnlich den einfachen Ascidien festsitzende Thiere geblieben sind, so bildete sich in Folge reichlicher ungeschlechtlicher Vermehrung ein mehr oder weniger stark ausgebildetes Colonialleben.

Als aus den colonial lebenden Ascidien hervorgegangen sehe ich die Pyrosomen an. Dass die Pyrosomen in sehr naher Blutsverwandtschaft mit den colonial lebenden Ascidien stehen, beweist nicht nur ihr sehr verwickelter Fortpflanzungsgang, sondern auch ihre Entwickelungsgeschichte. Bei den Pyrosomen finden wir ebensolche Perithoracalröhren wie bei den colonial lebenden Ascidien, die auch bei weiterer Entwickelung des Thieres denselben Schicksalen unterworfen sind. Die stark von den Ascidien abweichende respective Lage der zwei Körperöffnungen kann nichts gegen eine solche Abstammung der Pyrosomen beweisen. Diese gegenseitige Lage der zwei Körperöffnungen kann leicht als durch eine Veränderung der Lebensweise hervorgerufen erklärt werden. Eine Ascidie, die ihre festsitzende Lebensweise in eine frei bewegliche umgeändert hat, muss nothwendigerweise die bei *Pyrosoma*, *Doliolum* und den Salpen sich findende Lage der Körperöffnungen erhalten; die Muskeln ihres Körpers müssen auch nothwendigerweise in mehr oder weniger regelmässig rings um den Körper gelagerte Bänder sich gruppiren.

Der andere Zweig, der von den einfachen Ascidien seinen Ursprung genommen hat und der aus den sogenannten Cyclomyarien besteht, ist im Vergleich mit dem Zweige der colonial lebenden Ascidien äusserst schwach entwickelt. Aus dieser Gruppe der Tunicaten sind bis jetzt nur zwei artenarme Genera bekannt, nämlich *Anchinia* und *Doliolum*.

Die einzige bis jetzt bekannte Art der Gattung *Anchinia* — die *Anchinia rubra**) — betrachte ich in Uebereinstimmung mit Grobben als die phylogenetisch älteste Form der Gruppe Cyclomyaria. Diese Behauptung gründe ich auf den Vergleich von *Anchinia* mit *Doliolum*, sowie auf den Vergleich des Fortpflanzungsganges der beiden Thiere mit einander.

Wie oben im VI. Capitel eingehend erörtert wurde, folgen aller Wahrscheinlichkeit nach bei *Anchinia* ebenso wie bei *Doliolum* zwei Generationen aufeinander; von diesen zwei aufeinander folgenden Generationen bleibt die eine, die auf geschlechtlichem Wege entstanden ist, geschlechtslos und producirt auf ungeschlechtlichem Wege eine zweite Generation, die mit Geschlechtsorganen versehen ist. Bei *Doliolum* ist diese zweite Geschlechtsgeneration polymorph, was bei *Anchinia* nicht der Fall zu sein scheint. Diese Abwesenheit der Polymorphie in der Geschlechtsgeneration von *Anchinia* sehe ich als einen entschiedenen Beweis an, dass sie phylogenetisch älter als *Doliolum* ist. Alle durch mannigfaltige Anpassungen hervor-

*) Die von Rathke aus dem Nachlasse von Eschscholtz beschriebene *Anchinia Savigniana* (Mémoires prés. à l'Acad. de St. Pétersbourg II. 1833. Arch. f. Naturg. I. 1835) hat mit der *Anchinia rubra* Vogt nichts gemein. Wie von Gegenbaur und Grobben gezeigt wurde, ist die *Anchinia Savigniana* ein Bruchstück des dorsalen Körperauswuchses einer *Doliolum*-Amme auf dem in Entwickelung begriffenen Pflegethiere angeheftet.

gerufenen Verwickelungen des Fortpflanzungsverlaufes, die wir bei *Doliolum* beobachteten, finden sich bei *Anchinia* noch nicht ausgebildet.

Wie von Grobben ganz richtig bemerkt wurde, ist *D. Mülleri* Kr. von allen bis jetzt bekannten Doliolen phylogenetisch das älteste. Die Richtigkeit einer solchen Auffassung wird besonders klar, wenn wir die Thatsache in Betracht ziehen, dass eine der bei *D. Mülleri* vorkommenden ähnlich gebaute Kiemenlamelle den Ammen aller *Doliolum*-Arten eigen ist, und dass diese Kiemenlamelle bei Geschlechtsthieren verschiedener Arten verschieden gebaut ist. Wenn wir im Auge behalten, dass die Amme als ein Entwickelungsstadium angesehen werden muss, das die Fähigkeit erwarb, sich auf ungeschlechtlichem Wege zu reproduciren; wenn wir weiter in Betracht ziehen, dass bei der Entwickelung des Individuums die Organe solchen Umbildungen unterworfen sein müssen, welche sie während der phylogenetischen Entwickelung der Art unterworfen waren, dann wird es uns klar, dass die Lagerung und Form der Kiemenlamelle bei *Doliolum* von grosser Bedeutung für die Beurtheilung der Phylogenie der *Doliolum*-Arten ist. Die Annahme, dass *D. Mülleri*, das eine schräg verlaufende, nicht gebogene Kiemenlamelle besitzt, phylogenetisch älter als die anderen *Doliolum*-Arten ist, erscheint folglich als eine vollkommen berechtigte.

Wenn wir dieses phylogenetisch älteste *Doliolum* mit *Anchinia rubra* vergleichen, so finden wir zwischen ihnen eine ausserordentlich grosse Aehnlichkeit, die bis in Einzelheiten verfolgt werden kann. So finden sich z. B. bei *Anchinia* die bei *D. Mülleri* vorkommenden rothen Pigmentflecke, die sogar dieselbe Lage wie bei *D. Mülleri* haben. Die Verschiedenheiten im Bau von *Anchinia* und *D. Mülleri* sind unwesentliche und können leicht als durch Lebensweise hervorgerufen angesehen werden; so ist die Musculatur der *Anchinia* evident durch die festsitzende Lebensweise (auf dem schlechtweg sogen. Stolo) der Anchinien hervorgerufen. Die starke Ausbildung des äusseren Mantels der *Anchinia* hat auch keine allzu grosse Bedeutung, da die Mächtigkeit und Beschaffenheit des äusseren Mantels auch, wie bekannt, bei verschiedenen *Doliolum*-Arten ziemlich stark variirt; da bei den *Doliolum*-Ammen der äussere Mantel immer stärker als bei Thieren der Geschlechtsgeneration entwickelt ist, so kann die mächtige Ausbildung des äusseren Mantels von *Anchinia* einigermaassen als Zeuge des phylogenetischen Alters dieses Geschöpfes dienen.

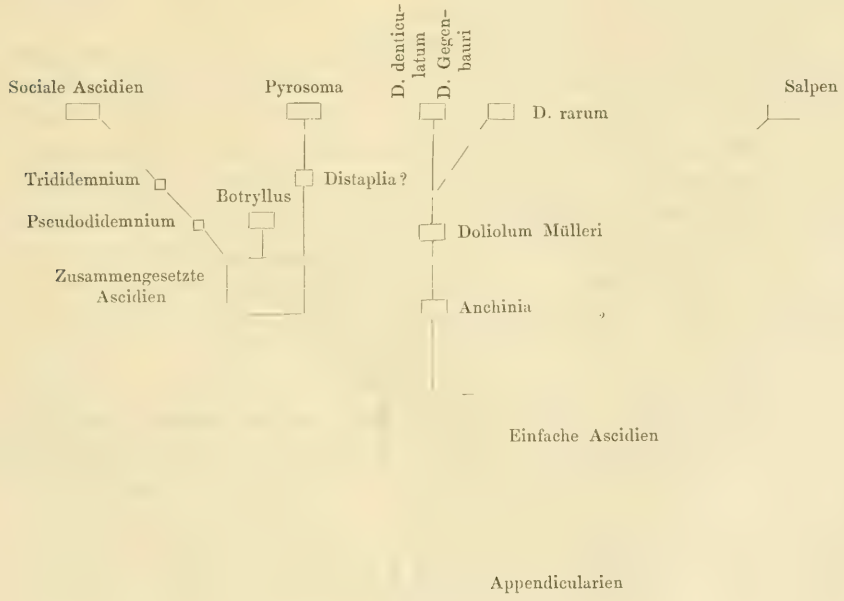
Wie schon von Grobben gezeigt wurde, schliesst sich gleich an das phylogenetisch älteste *D. Mülleri* das von Grobben unter dem Namen *D. rarum* beschriebene Geschöpf an. Die zwei übrigen Arten (*D. Ehrenbergii* und *Gegenbauri*) sind von *D. Mülleri* schon viel weiter entfernt und müssen als die phylogenetisch jüngsten Glieder der Gruppe *Cyclomyaria* angesehen werden.

Es bleiben mir die Verwandtschaftsbeziehungen noch einer Gruppe der Tunicaten zu besprechen, nämlich der Salpen, deren Naturgeschichte, ungeachtet der vielen ihnen gewidmeten Untersuchungen, noch sehr viel Dunkles darbietet.

Die Gruppe der Salpen scheint unter den Tunicaten ganz vereinzelt zu stehen. Die Aehnlichkeit der Salpen mit *Doliolum* und den Pyrosomen ist eine durchaus oberfläch-

liche, die durch ähnliche Lebensweise hervorgerufen wurde. Als durch freibewegliche Lebensweise hervorgerufen sehe ich die gegenseitige Lage der zwei grossen Körperöffnungen der Salpen und die aus einer solchen Lage hervorgegangene Tonnenform des Körpers an; als ebenfalls durch die freie Lebensweise hervorgerufen betrachte ich auch die Gruppirung der Muskeln des Thieres in quer zur Längsachse des Körpers liegende Muskelbänder. Im Uebrigen unterscheiden sich die Salpen beträchtlich von allen anderen Tunicaten. Bei der Entwickelung der Salpen finden wir Einrichtungen, die bei keiner einzigen anderen Tunicate ähnlich zu beobachten sind; das sich entwickelnde Thier wird von dem Mutterthiere vermittelst besonderer Einrichtungen bis zu seinem Aufwachsen genährt; nach den neuesten Beobachtungen von SALENSKY scheint auch der Organismus des Mutterthieres nicht unbedeutend am Aufbau des jungen Organismus Theil zu nehmen. Alles das sind Besonderheiten, die, wie gesagt, die Salpen scharf von allen übrigen Tunicaten unterscheiden und die Einreihung der Salpen in das System im hohen Grade erschweren. Der Umstand, dass die Salpen sich vermittelst eines einfachen, noch unverwickelten Generationswechsels fortpflanzen, scheint darauf hinzudeuten, dass sie ähnlich wie die Doliolen direct von den Tunicaten abstammen, die sich ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege vermehren. Die Salpen sehe ich folglich als aus den einfachen Ascidien hervorgegangen an; unter allen von den einfachen Ascidien abstammenden Tunicaten sind die Salpen ohne Zweifel Geschöpfe, die den meisten Umbildungen unterworfen wurden.

Der hier folgende Stammbaum giebt in übersichtlicher Weise alle eben angeführten Auseinandersetzungen wieder.



Meine Anschauungen über die Verwandtschaftsbeziehungen von *Doliolum* stimmen, wie man sieht, mit denen anderer Forscher nicht überein. Wie bekannt, haben sich Huxley und neuerlich Grobben dafür ausgesprochen, dass *Doliolum* im Systeme zwischen die Salpen und Pyrosomen zu stellen sei und dass es besonders nahe mit *Pyrosoma* verwandt ist.

Huxley gelangte durch seine Untersuchungen über den Bau von *Doliolum* zu folgendem Schlusse: »The structure of the branchiae of this Ascidian, the position of the two orifices, and the structure of the testis, all indicate a position for *Doliolum* intermediate between *Salpa* and *Pyrosoma*«*). Dass die gegenseitige Lage der Körperöffnungen, sowie die Tonnenform kein Beweis für die Verwandtschaft der mit diesen Merkmalen versehenen Tunicaten ist, wurde schon früher gelegentlich bemerkt; ebenso ist es schwer einzusehen, was Aehnliches im Bau von *Doliolum* und der Salpen zu finden ist; bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen von der Embryologie der genannten Thiere müssen wir uns ganz entschieden gegen eine solche Aehnlichkeit aussprechen: die Kieme von *Doliolum* wird, wie wir wissen, ganz anders angelegt, als bei den Salpen und *Pyrosoma*. Die Geschlechtsorgane bieten auch, wie wir jetzt wissen, bei *Doliolum* ebenso wie bei den Pyrosomen und Salpen nichts besonders Charakteristisches, was sie von Geschlechtsorganen anderer Tunicaten, den Ascidien z. B. unterschiede.

Kürzlich wurde die Huxley'sche Anschauungsweise von Grobben wieder aufgenommen. »So sehr einerseits«, sagt Grobben**) »*Doliolum* mit den Salpen gemeinschaftliche Charaktere besitzt, so zeigt dasselbe in vieler Hinsicht eine grosse Uebereinstimmung mit *Pyrosoma*«. »*Doliolum*«, sagt Grobben weiter, »lässt sich leicht von den Pyrosomen ableiten«. Die Umbildung von *Pyrosoma* in *Doliolum* denkt sich Grobben so vorgegangen, dass die Cloacalhöhle von *Pyrosoma* sich vergrössert und »die bei *Pyrosoma* parallel mit den Seitenwänden des Körpers liegende Kieme um den unteren hinteren, oberhalb des Herzens gelegenen Anheftungspunkt nach aussen und hinten, sowie gleichzeitig um einen rechten Winkel dorso-ventral sich gedreht hat«. In Folge einer solchen Umdrehung bildete sich die senkrecht stehende Kieme von *Doliolum*, veränderte auch der Oesophaguseingang seinen Platz. In Folge einer solchen Umdrehung müssten nach Grobben nothwendigerweise auch die übrigen Organe von *Pyrosoma* eine solche respective Lage erhalten, wie man sie bei *Doliolum* beobachtet. Das nach einer solchen Umlagerung der Eingeweide von *Pyrosoma* entstandene Geschöpf ist nach Grobben's Meinung *D. Mülleri*, das darum auch von dem Wiener Zoologen als das phylogenetisch älteste *Doliolum* angesehen wird. Die Salpen sind nach Grobben's Meinung phylogenetisch jüngere Thiere als die Dolioliden.

Die von Grobben zur Erörterung der Verwandtschaftsbeziehungen der Doliolen angewandte Methode muss ohne Zweifel eine irrationelle genannt werden. Der Wiener Zoologe lässt die Entwicklungsgeschichte vollkommen unbeachtet und stützt seine Auseinandersetzungen ausschliesslich auf Thatsachen aus der Anatomie der ausgebildeten Thiere.

* Huxley, Remarks upon *Appendicularia* and *Doliolum*, two genera of Tunicates. L. c. p. 602.
** Grobben, l. c. p. 68.

Grobben lässt z. B. den Umstand vollkommen ohne Beachtung, dass die Kieme der Salpen morphologisch der Kieme von *Doliolum* nicht gleichwerthig ist; dass weiter die Cloacalhöhle von *Doliolum* demselben Gebilde von *Pyrosoma* nicht entspricht. Diese und andere ähnliche wichtige Unterschiede werden von Grobben unberücksichtigt gelassen, während seine ganze Aufmerksamkeit auf die eigentlich unwesentlichen Merkmale, wie die Lage der Körperöffnungen und die Gruppirung der Muskeln in Querbänder, gerichtet ist.

Ebenso wenig glücklich ist von Grobben der Vergleich zwischen *Doliolum* und *Pyrosoma* durchgeführt. Die von Grobben beim Vergleiche von zwei Thieren miteinander angewandte Methode, die zwischen ihnen sich findenden Unterschiede durch willkürliche Umbildungen des Baues eines der zu vergleichenden Thiere zu vermindern, wurde, wie bekannt, schon öfter angewandt, führte aber grösstentheils zu ungenügenden Resultaten. Um ein Beispiel der Fehlschlüsse, zu denen eine solche Vergleichungsmethode führen kann, zu geben, erinnere ich nur an die so lange angenommene nahe Verwandtschaft der Tunicaten mit Bryozoen, sowie dieser beiden Gruppen mit den Mollusken; zur Rechtfertigung einer solchen Annahme wurden auch verschiedene Umgestaltungen der zu vergleichenden Thiere vermuthet. Da zur Annahme solcher Umgestaltungen gewöhnlich kein anderer Grund vorliegt, als das Bestreben des Autors, die Unterschiede der miteinander zu vergleichenden Thiere zu vermindern, so ist es klar, dass die Resultate solcher willkürlich angestellten Umbildungen des Baues der Thiere nicht als wissenschaftliche Beweise angenommen werden können.

II. Capitel.

Beschreibung der bekannten Doliolum-Arten.

Cyclomyaria.

Freischwimmende Tunicaten, die sich mittelst eines Generationswechsels fortpflanzen. Körper tonnenförmig, von mehr oder weniger entwickelten, ringförmig geschlossenen Muskelreifen umgeben. Aeusserer Mantel mehr oder weniger entwickelt, in einigen Fällen verästelte Zellen enthaltend. Mund- und Cloakenöffnungen von Läppchen umstellt. Kiemenlamelle eine schräg von hinten und oben nach vorn und unten quer durch den Körper verlaufende oder eine stark nach hinten segelförmig ausgebogene Lamelle mit einer mehr oder weniger grossen Zahl von paarigen Kiemenlöchern. Nahrungscanal

aus einem langen Oesophagus, einem kastenförmigen Magen und einem Darme bestehend. Hermaphroditisch. Geschlechtsorgane in die Cloakenhöhle mündend. An der Unterseite des Ganglions, von welchem eine geringe Zahl von Nerven abgeht, ein subganglionärer Körper, der mit der Flimmergrube vermittelst eines mehr oder weniger langen Canales im Zusammenhange steht. — Zwei Gattungen: *Anchinia* C. Vogt und *Doliolum* Q. u. G.

Anchinia C. Vogt.

Von der unbekannten Amme sind nur Theilstücke des dorsalen Körperauswuchses bekannt. Auf diesem im Meere flottirenden Theilstücke des Ammenkörpers finden sich Individuen der Geschlechtsgeneration in verschiedenen Stadien der Entwickelung. Die Geschlechtsthiere bleiben zeitlebens an den erwähnten Theilen des Ammenkörpers befestigt. Körper stark in der Richtung seiner Querachse ausgezogen. Aeusserer Mantel stark entwickelt und verästelte Zellen in sich einschliessend. Von den Muskelreifen sind nur vier (zwei an der Mund- und zwei an der Cloakenöffnung) vollkommen ausgebildet. Kieme eine schräg durch den Körper verlaufende Lamelle mit einer grossen Zahl Kiemenspalten. Darmkanal U-förmig gebogen. Geschlechtsorgane auf der rechten Seite des Körpers gelegen. Canal, der die Flimmergrube mit dem subganglionären Körper vereinigt, kurz. Flimmerbänder auf der Rückenseite eine Spirale bildend, die hinter dem Ganglion ihre Lage hat. Entwickelung unbekannt. — Einzige Art: *Anchinia rubra* C. Vogt aus Villafranca.

Doliolum Quoy u. Gaimard.

Aeusserer Mantel wenig entwickelt, keine Zellen in sich enthaltend. Spirale der Flimmerbänder vor dem Ganglion gelegen. **Amme** mit einer schräg verlaufenden, nicht gebogenen Kiemenlamelle mit vier Paar Kiemenspalten. Mundöffnung mit zehn Randläppchen versehen. An der Rückenseite des Ammenkörpers unweit vom Cloakenrande ist ein cylindrischer Körperauswuchs vorhanden. Neun vollkommen geschlossene Muskelreifen, von denen der siebente (von vorn gezählt) ein Divertikel in den Basaltheil des dorsalen Körperauswuchses absendet. Hart unter dem Herzen ein Stolo prolifer. Ganglion im vierten, die Flimmergrube im dritten Intermuscularraume. An der linken Seite des Körpers im dritten Intermuscularraume eine Gehörkapsel. Zur Zeit der Vermehrung der Amme tritt ihre Metamorphose ein, die im Zerfalle der Ernährungs- und Athmungsorgane und im Wachsen der Muskelreifen besteht. — **Geschlechtsgeneration** polymorph,

aus Individuen drei verschiedener Formen, nämlich der Ernährungs-, Pflege- und Geschlechtsthiere bestehend. Die **Ernährungsthiere** sind zum selbständigen Leben unfähig, bleiben zeitlebens auf dem dorsalen Körperauswuchse der Amme befestigt und dienen zur Ernährung derselben. Ihr Körper ist sehr stark in der Richtung seiner Querachse ausgezogen. Mundöffnung sehr ausgedehnt. Kiemenlamelle nicht gebogen und mit einer grossen Zahl von Kiemenspalten. Cloakenhöhle ausserordentlich flach und durch eine ausserordentlich grosse Cloakenöffnung nach aussen mündend; in Folge einer solchen Bildung der Cloacalhöhle kommt der Boden derselben nach aussen zu liegen. After nach aussen mündend. Von der sehr wenig entwickelten Musculatur sind nur die zwei am Rande der Körperöffnungen liegenden Muskelreifen vollständig entwickelt. Canal, der den subganglionären Körper mit der Flimmergrube vereinigt, kurz. Geschlechtsorgane unentwickelt. Bleiben ohne Nachkommenschaft. — Die **Pflegethiere** bleiben geschlechtlich unentwickelt und geben keine Nachkommenschaft, führen aber eine freie Lebensweise. Körper tonnenförmig, mit acht vollkommen geschlossenen Muskelreifen versehen. Kiemenlamelle bei verschiedenen Arten verschieden gebaut. Der Stiel, vermittelst dessen das Thier in der Jugend an den Ammenkörper befestigt war, bleibt während des ganzen Lebens des Pflegethieres in Form eines bauchständigen Körperauswuchses bestehen. Auf diesem Körperauswuchse werden die zu Geschlechtsthieren sich ausbildenden Knospen bis zu ihrer vollkommenen Entwickelung herumgetragen und ernährt. — **Geschlechtsthiere** den Pflegethieren vollkommen ähnlich gebaut. Geschlechtsorgane an der linken Seite des Körpers liegend. Der Stiel, vermittelst dessen das Geschlechtsthier während seiner Jugend am Körper des Pflegethieres befestigt war, geht mit dem Alter verloren. Aus dem Ei entwickelt sich eine geschwänzte Larve, die nach Reduction des Schwanzes in die Amme sich umbildet.

Von den zu der Gattung *Doliolum* gehörigen Arten sind bis jetzt vier, deren ausführliche Beschreibung gleich unten folgt, bekannt. Einige von den früheren Autoren aufgestellte Arten, deren Deutung nach der vorliegenden Beschreibung nicht möglich ist, sind als zweifelhafte Arten aufgeführt.

1. Doliolum Mülleri Krohn (1852).

D. Mülleri Krohn, l. c. 1852. p. 58. Taf. 2, Fig. 4.
D. Nordmanni Krohn, l. c. 1852. p. 59. Taf. 2, Fig. 6 (Amme).
D. Troscheli Krohn, l. c. 1852. p. 60 (Amme).
Doliolum sp. Gegenbaur, l. c. 1855. p. 303. Taf. 15, Fig. 8 (Amme).

Doliolum Gen. B. 3. Keferstein und Ehlers, l. c. 1861. p. 68. Taf. 10, Fig. 3 (vollkommen ausgewachsene Larve).

?Doliolum Gen. B. 1. Keferstein und Ehlers, l. c. 1861. p. 67. Taf. 10. Fig. 1 (alte Amme).

?D. Mülleri (?) Ussow, l. c. 1876. Taf. 3, Fig. 20.

Doliolum nov. sp. Ulianin, Zool. Anzeiger 1881. Nr. 92, p. 473.

D. Mülleri Grobben, l. c. 1882. pp. 55—65, 75. Taf. 2, Fig. 9—10. Taf. 3, Fig. 14—18. Taf. 4, Fig. 21—23.

Amme. Mantel von ziemlich weicher, nicht klebriger Consistenz. Muskelreifen schmal, Darm U-förmig gebogen, violett gefärbt; After im fünften Intermuscularraume. Dorsaler Körperauswuchs sehr oft fadenförmig verlängert und orangeroth pigmentirt. Stolo prolifer in Form eines conischen Zapfens. Mit dem Alter nimmt die Amme die Form eines langgestreckten Schlauches an, der von breiten, durch schmale Zwischenmuskelräume getrennten Muskelbändern umgürtet ist. Erreicht die Länge von 11 mm.

Geschlechtsthier. Mantel von klebriger, weicher Consistenz, in Folge dessen die Thiere immer mit Fremdkörpern bedeckt sind. Kieme eine von hinten und oben nach vorn und unten schräg stehende, von 10—12 Kiemenspaltenpaaren durchbrochene Lamelle. Muskelreifen sehr schmal. Darm U-förmig gebogen, violett oder rosa gefärbt. Hoden birnförmig, bei voller Reife die Körperwand buckelförmig vortreibend. Ovarium mit nur sehr wenigen (höchstens drei) Eiern. Eierstock früher als der Hoden zur Reife gelangend. Orangerothe Pigmentflecke an den Rändern der Mund- und Cloacalöffnung. Grössere Pigmentflecke verschiedener Form an den beiden Seiten des Magens. Am dritten Muskelreifen, oberhalb des Endostyles, findet sich auf jeder Körperseite eine kleine Sinneswarze. — Länge bis 3,5 mm, in einigen Fällen bis 4 mm.

Pflegethier. Dem Geschlechtsthier vollkommen ähnlich. Der ventrale Körperauswuchs (Stiel) lang und cylindrisch.

Ernährungsthier. Schmal und langgestielt.

Fundort. Messina (Krohn, Gegenbaur, Keferstein und Ehlers, Grobben), Neapel! (Krohn), Villafranca!

Die Unterscheidung des Geschlechts- und Pflegethieres dieser Art bietet keine Schwierigkeiten, da die Beschaffenheit des Mantels, die Form des Nahrungscanales und der Geschlechtsorgane, die Pigmentflecke und die Form des ventralen Körperauswuchses des Pflegethieres soviel Merkmale sind, die sogleich in die Augen fallen. Junge Ammen von *D. Mülleri* können auch nicht mit Ammen anderer Arten verwechselt werden, da sie sogleich an dem Bau des Darmtractus erkannt werden können. Viel schwieriger sind aber ältere Ammen von *D. Mülleri*, bei denen die Kiemenlamelle und der Nahrungscanal schon verschwunden sind, von alten Ammen anderer Arten, von *D. Ehrenbergii* z. B. zu unterscheiden. Die einzigen sicheren Unter-

scheidungscharactere solcher alten Ammen sind die Lage des Afters und die Form des Stolo prolifer, die nur bei Untersuchung mit starken Vergrösserungen erkannt werden können.

Da bei den Beschreibungen von *Doliolum*-Ammen von früheren Autoren Angaben über den Bau des Darmcanales sehr oft gänzlich fehlen, da weiter bei älteren Beschreibungen der ausgewachsenen *Doliolum*-Ammen, bei denen die Organe in Zerfall gerathen sind, die Lage des Afters immer unerwähnt bleibt, so ist es grösstentheils unmöglich, diese von den älteren Autoren beschriebenen Ammen mit Sicherheit zu deuten.

Dass die *Doliolum*-Amme, die von Krohn unter dem Namen *D. Troscheli* beschrieben ist, zu der Art *Mülleri* Kr. gehört, kann, wie mir scheint, keinem Zweifel unterliegen. Dafür spricht die Angabe, dass »der Nahrungsschlauch dem der vorigen Art (*D. Nordmanni*) ganz gleicht«. Die Breite der Muskelreifen der von Krohn beobachteten *Doliolum*-Ammen, sowie das Fehlen der Kiemenhaut zeigt, dass die beobachteten Ammen schon alt waren.

Viel schwieriger ist die Deutung einiger *Doliolum*-Ammen, die von Gegenbaur beschrieben wurden. Als zu der Art *Mülleri* Kr. sicher gehörend darf nur eine der von Gegenbaur beobachteten *Doliolum*-Ammen angesehen werden, nämlich die, welche auf der S. 303 und der Taf. 15 (Fig. 8) seiner Abhandlung beschrieben und abgebildet ist. Diese etwas über 2,7 mm ($1^1/_4$‴) lange *Doliolum*-Amme ist eine junge Amme von *D. Mülleri*. Alle anderen von Gegenbaur beobachteten *Doliolum*-Ammen sehe ich als der Art *Mülleri* Kr. nicht angehörend an.

Die Ammen, die Gegenbaur unter dem Namen *D. Troscheli* Kr. aufführt und in denen nach den Angaben Gegenbaur's Krohn alsbald sein *D. Troscheli* erkannte, sind dessenungeachtet sicher von der von Krohn mit diesem Namen bezeichneten Amme verschieden. Dass die grossen, mit mächtig entwickeltem, brutbeladenen dorsalen Körperauswuchse versehenen Ammen nicht zu der Art *Mülleri* gehören, geht aus dem Baue der auf diesem Auswuchse angehefteten jungen Pflegethiere (Abhandl. v. Gegenbaur, Taf. 14, Fig. 5) klar hervor. Dass auch die jungen, von Gegenbaur als *D. Troscheli* angeführten *Doliolum*-Ammen, deren Eingeweide noch intact erhalten sind, nicht zu der Art *Mülleri* gehören, beweist am besten die von Letzterem gelieferte Beschreibung des Darmcanales dieser Thiere.

Die Amme, die von Gegenbaur auf S. 300 seiner Abhandlung beschrieben und in Taf. 16, Fig. 14 abgebildet ist, kann ich auch nicht, trotz der entgegengesetzten Meinung von Grobben, als Art *Mülleri* Krohn bezeichnen. Gegen die Zugehörigkeit dieser Amme zu *D. Mülleri* spricht, wie mir scheint, entschieden der Bau des Darmcanals, der nach der Angabe von Gegenbaur ähnlich wie bei seinem *D. Troscheli* gebildet ist.

Von den von Keferstein und Ehlers beschriebenen und abgebildeten vier Ammen gehört die unter der Bezeichnung 3 *B* beschriebene ohne Zweifel der Art *Mülleri* Kr. an. Das von ihnen Taf. 10, Fig. 3 abgebildete Thier ist eine vollkommen ausgebildete Larve von *D. Mülleri*, deren Schwanz schon bald verloren gehen muss. Die von den genannten Autoren als 1 *B* bezeichnete Amme muss auch, wie es scheint, zu *D. Mülleri* gerechnet werden. Dass eine solche Deutung richtig ist, scheinen die verhältnissmässig schmalen Muskelreifen der alten Amme zu beweisen. Die verhältnissmässig sehr schmalen Muskelreifen der ausgewachsenen,

von Ussow in seiner Abhandlung abgebildeten Amme (Taf. 3, Fig. 20) führten mich auch zu der Annahme, dass diese Amme vielleicht dem Krohn'schen *D. Mülleri* angehört.

D. Mülleri ist die gemeinste *Doliolum*-Art im Mittelmeere. Von mir wurde sie massenhaft während der Monate Februar bis Mai in Neapel und Villafranca beobachtet. In Messina wurde sie von Krohn, Gegenbaur, Keferstein und Ehlers, und Grobben beobachtet. Nach den Angaben von Krohn trifft man sie im März und April in Messina ungemein häufig und zuweilen schaarenweise. Larven dieser Art wurden sehr häufig im März und April im Auftriebe angetroffen.

2. Doliolum rarum Grobben (1882).

Doliolum sp. Gegenbaur, l. c. 1855. p. 303—304. Taf. 16. Fig. 12. 13 (Amme).
D. Mülleri Keferstein und Ehlers, l. c. 1861. p. 65. Taf. 9. Fig. 5. 6.
Doliolum rarum Grobben, l. c. p. 65—67. 75. Taf. 1. Fig. 6.

Amme. Mantel schwach entwickelt. Muskelreifen schmal. Darmcanal sehr wenig gebogen, im achten Intermuscularraume in die Cloacalhöhle mündend. — Länge bis 5 mm.

Geschlechtsthier. Mantel schwach entwickelt. Muskelreifen schmal. Kieme eine schräg von hinten und oben nach vorn und unten verlaufende Lamelle, die von fünf Kiemenspaltenpaaren durchbrochen ist. Darmcanal sehr wenig gebogen; After am Rande der Cloakenhöhle, neben dem hinteren Muskelreifen liegend. Hoden langgestreckt, schlauchförmig, an der linken Seite des Endostyles liegend, mit einem langen Ausführungsgange versehen, mit seinem Hinterende bis über den dritten Muskelreifen nach vorn reichend. Ovarium wie bei *D. Mülleri* nur eine geringe Zahl Eier liefernd. — Länge bis über 3 mm.

Ernährungs- und **Pflegethier** unbekannt.

Fundort. Messina (Gegenbaur, Keferstein und Ehlers, Grobben), Neapel!

Doliolum rarum Grobb. kann sogleich von anderen *Doliolum*-Arten durch den Bau seines Darmcanales unterschieden werden. Bei dem Geschlechtsthiere sowie bei der Amme ist der Darmcanal lang ausgezogen, so dass der Magen mit dem Oesophagus gar keinen Winkel macht, und der After ganz am Rande der Cloacalhöhle seine Lage hat. Zur Unterscheidung der Geschlechtsthiere kann auch der Bau und die Lage der Geschlechtsorgane verwerthet werden. Der Hoden ist mit einem langen Ausführungsgange versehen (Taf. 8, Fig. 12), das Ovarium ist ganz ähnlich dem von *D. Mülleri* gebaut.

Dass die von mir untersuchten Thiere als *D. rarum* Grobben gedeutet werden müssen, unterliegt für mich keinem Zweifel, obgleich sie von der von Grobben gelieferten Beschreibung im Bau des Darmcanales abzuweichen scheinen. Von Grobben wird der After als im sechsten Intermuscularraume liegend beschrieben. Vergleichen wir aber die von diesem Autor

auf seiner Taf. 1 gegebene Abbildung des mit Geschlechtsorganen versehenen *Doliolum rarum*, so sehen wir, dass eine solche Lage des Afters im sechsten Intermuscularraume auf der Figur nicht angegeben ist und dass der Darm bis in den letzten, siebenten Intermuscularraum zu verfolgen ist (siehe Fig. 10, eine dreimal vergrösserte Copie der Grobben'schen Zeichnung), was vollkommen mit dem übereinstimmt, was ich an den von mir untersuchten Thieren beobachtete.

Als für *Doliolum rarum* Grobb. characteristisch betrachte ich nicht nur die Lage des Hodens, sondern auch seinen langen Ausführungsgang, der bei keiner anderen *Doliolum*-Art vorkommt. Da ich eine ziemlich grosse Zahl Individuen verschiedenen Alters untersucht habe und diesen Ausführungsgang immer vorfand, so kann ich Grobben nicht beistimmen, wenn er diesen schmalen Theil des Hodens als durch die Entleerung des Hodens hervorgerufen ansieht.

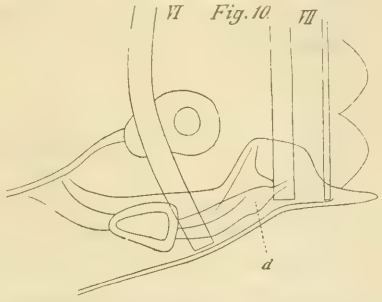


Fig. 10.

Ich hege auch keinen Zweifel, dass das *Doliolum*, welches von Keferstein und Ehlers unter dem Namen *D. Mülleri* beschrieben und abgebildet wurde, als *Doliolum rarum* Grobben zu deuten ist. Dafür spricht der Bau der Kiemenlamelle, sowie die gestreckte Form des Darmcanales. Die von Keferstein und Ehlers angegebene Lage des Afters unter dem siebenten Muskelreifen kann nicht als Beweis der Unrichtigkeit einer solchen Deutung angenommen werden. Die Beobachtungen der genannten Autoren sind viel zu oberflächlich (um die Richtigkeit eines solchen Urtheils zu zeigen, brauche ich z. B. nur an die Abbildungen der Geschlechtsorgane von *D. Ehrenbergii* [*denticulatum*], an die Abbildung des Pflegethieres derselben Art u. s. w. zu erinnern), um grosses Gewicht auf diese Angabe zu legen. Dasselbe gilt auch für die offenbar unrichtig abgebildeten Geschlechtsorgane.

Es ist mir auch äusserst wahrscheinlich, dass die von Gegenbaur in seiner Fig. 12 abgebildete Amme eine Amme von *Doliolum rarum* ist. Dafür spricht besonders der Bau des in der Fig. 13 der Gegenbaur'schen Abhandlung abgebildeten gestreckten Darmcanals. Bei einer von mir gesehenen, leider ziemlich schlecht conservirten Amme, die ich für die Amme von *Doliolum rarum* halte, war der Darmcanal ebenso eigenthümlich ausgedehnt, wie bei der von Gegenbaur untersuchten Amme.

Als der Art *Doliolum rarum* Grobben angehörig sehe ich einige Larven an, die im März 1881 von mir ebenso wie von Prof. Salensky*) in Neapel gefunden waren. Diese Larven, die sich besonders dadurch auszeichneten, dass ihre Embryonalhülle nicht lang ausgezogen, sondern kugelrund war, hatten einen Darmcanal, der ebenso wie bei der Amme von *Doliolum rarum* gestreckt war und dicht am Rande der Cloakenhöhle nach aussen mündete. Da ein solcher Bau des Darmcanales nicht wie bei Larven anderer Arten (vergl. Taf. 5, Fig. 1 u. 3) vorübergehend ist, sondern schon bei den der Metamorphose in die Amme nahen Larven zu beobachten

*) Auf diese Larven wurde meine Aufmerksamkeit von Prof. Salensky gerichtet.

war, so halte ich diese Larven mit voller Sicherheit für Larven von *Doliolum rarum* Grobben. Das von mir untersuchte Exemplar dieser Larve war ziemlich schlecht erhalten, so dass ich von ihm in der Hoffnung, andere bessere Exemplare aufzufinden, leider keine Skizze genommen habe.

Doliolum rarum Grobben scheint ein ziemlich seltenes Thier zu sein. Während der Monate Februar bis Mai fand ich es immer in sehr vereinzelten Exemplaren. Von Keferstein und Ehlers wurde es in Messina selten, von Januar bis April, gefunden. Grobben fand es in Messina nur in zwei Exemplaren.

3. Doliolum Ehrenbergii Krohn (1852).

Doliolum Ehrenbergii Krohn, l. c. p. 57 Anmerk.

Doliolum denticulatum Krohn, l. c. 1852. p. 57—58. Taf. 2, Fig. 1—3.

Doliolum Troscheli Gegenbaur, l. c. 1855. p. 284—300. Taf. 14, Fig. 1—5.

Doliolum sp. Gegenbaur, l. c. 1855. p. 300—301. Taf. 16, Fig. 14.

Doliolum Gen. *B.* 2. Keferstein und Ehlers, l. c. 1861. p. 68. Taf. 9, Fig. 7; Taf. 10, Fig. 2.

Doliolum Gen. *B. 4.* Keferstein und Ehlers, l. c. 1861. p. 68. Taf. 10, Fig. 4.

Doliolum denticulatum Keferstein und Ehlers, l. c. 1861. p. 65. Taf. 9, Fig. 1—3.

Doliolum Ehrenbergii Ussow, l. c. 1876. Taf. 3, Fig. 21.

Doliolum denticulatum Grobben, l. c. 1882. p. 55, 74. Taf. 1, Fig. 1—5; Taf. 2, Fig. 7—8; Taf. 4, Fig. 19—20.

Amme. Mantel ziemlich stark entwickelt und von ziemlich fester Consistenz. Muskelreifen mit dem Alter eine ausserordentliche Breite erreichend. Oesophagus nach unten gerichtet und vom Magen scharf abgesetzt. Darm, der von der Hinterseite des Magens ausgeht und von ihm auch scharf abgesetzt ist, nur sehr wenig nach oben gebogen; After unterhalb des achten Muskelreifens. Stolo prolifer birnförmig. Endostyl und Darmcanal hellgelb gefärbt. Anhäufung weissen Pigments vor dem Endostyle und in einem warzenförmigen Vorsprunge, der an der Basis des Endtheiles des dorsalen Körperauswuchses an seiner Unterseite liegt. — Erreicht zuweilen die Länge von 25—30 mm; der dorsale Körperauswuchs ist bei solchen colossalen Ammen ausserordentlich stark entwickelt (bis 20 cm) und ist dicht mit aufwachsender Brut besetzt.

Geschlechtsthier. Mantel dünn und von fester Consistenz. Kieme an der Rückenseite im ersten Intermuscularraum, an der Bauchseite in der Nähe des ersten Muskelreifens angeheftet und nach hinten stark segelförmig ausgebogen, jederseits von einer grossen Zahl von Kiemenspalten (bis 45) durchbrochen. After in halber Körperhöhe im sechsten Intermuscularraume gelegen. Hoden langgestreckt,

parallel der Längsachse des Thieres liegend und bis zum vierten Muskelreifen nach vorn reichend. Ovarium, das eine grosse Zahl Eier liefert, besteht aus zwei distincten Theilen, von denen der central liegende aus noch indifferenzirtem Zellenmateriale besteht, während im peripherisch liegenden schon Differenzirung in Ei- und Follicularzellen eingetreten ist. — Länge bis 5 mm.

Pflegethier. Dem Geschlechtsthiere vollkommen ähnlich. Ventraler Körperauswuchs kurz und dick, an der Spitze quer abgestutzt.

Ernährungsthier. Kurz gestielt, in der Nähe der Anheftungsstelle mit schuppenförmigen Auswüchsen versehen.

Fundort. Messina (Krohn, Gegenbaur, Keferstein und Ehlers, Grobben); Neapel! (Krohn, Ussow); Villafranca!

Zur Bezeichnung der in Rede stehenden Art habe ich den von Krohn vorgeschlagenen Namen *Ehrenbergii* angenommen, da es mir unmöglich scheint, nach der von Quoy und Gaimard gelieferten äusserst mangelhaften Beschreibung ihres *Doliolum denticulatum* diese Art wieder zu erkennen, Krohn folglich der erste ist, der die Art sorgfältig beschrieb.

Die Geschlechts- und Pflegethiere von *D. Ehrenbergii* sind leicht von anderen *Doliolum*-Arten zu unterscheiden. Sehr gute und leicht in die Augen fallende Unterscheidungscharactere sind Lage und Bau der Kieme und des Darmcanales, sowie die Form des ventralen Körperauswuchses des Pflegethieres. Etwas schwieriger sind die vollkommen ausgewachsenen Ammen, bei denen ein Theil der Eingeweide verloren gegangen ist, zu erkennen. Als Unterscheidungscharacter kann für solche Ammen die Lage des Restes des Enddarmes unter dem vorletzten Muskelreifen sowie die ausserordentliche Breite der Muskelreifen verwerthet werden.

Wie in der Characteristik der Art erwähnt wurde, erreichen die Ammen dieser Art zuweilen eine ausserordentliche Grösse und sind mit einem colossal entwickelten dorsalen Körperauswuchse versehen. Solche Ammen sind, wie es scheint, ziemlich selten; sie wurden in Messina von Gegenbaur und von mir in Villafranca beobachtet. Dass diese Ammen der Art *Ehrenbergii* Krohn angehören, beweist am besten der Bau der an ihrem dorsalen Körperauswuchse sitzenden Pflegethiere. Es kann auch kein Zweifel sein, dass die von Gegenbaur in seiner Fig. 14 abgebildete Amme auch dieser Species angehört.

D. Ehrenbergii Krohn ist im Mittelmeere ziemlich gemein, kommt aber niemals in so grossen Schaaren wie *D. Mülleri* vor. Larven von *D. Ehrenbergii* fand ich in ziemlich grosser Menge in Neapel, während der Frühlingsmonate des Jahres 1877 (Taf. 5 Fig. 1—3) und in der Bucht von Villafranca (Januar).

4. Doliolum Gegenbauri nov. spec.

Doliolum denticulatum Huxley, Remarks upon *Appendicularia* and *Doliolum*, etc., l. c. 1851. p. 600—602. Taf. XVIII, Fig. 5—9.

Doliolum nov. sp. Fol, Etudes sur les Appendiculaires du détroit de Messine. Genève 1872. p. 8. Fig. 4.

Amme unbekannt.

Geschlechtsthier. Mantel wenig entwickelt, von ziemlich weicher Consistenz. Kieme an der Rückenseite im dritten Intermuscularraum, an der Bauchseite in der Nähe des fünften Muskelreifens angeheftet und nach hinten stark segelförmig ausgebogen, jederseits von circa 25 Kiemenspalten durchbrochen. After im sechsten Intermuscularraume gelegen. Darmtractus ähnlich dem *D. Ehrenbergii.**) Hoden wurstförmig, sehr lang, von hinten und unten nach oben und vorn bis an den zweiten Muskelreifen reichend. Ovarium wie bei *D. Ehrenbergii.* Muskelreifen schmal. Die Kiemenlamelle mit vielen gelben Pigmentflecken. Darmcanal, Endostyl und das blinde Ende des Hodens hellgelb. — Länge bis 8,5 mm.

Pflege- und **Ernährungsthiere** unbekannt.

Fundort. Villafranca! Messina (Fol); zwischen Sydney und Neu-Seeland (Huxley).

Diese ausgezeichnete Art fand ich in acht leider etwas beschädigten Exemplaren Ende April 1882 in Villafranca. Sie unterscheidet sich leicht von *D. Ehrenbergii* durch den Bau der Kieme und der Geschlechtsorgane. Dass die von Fol und Huxley untersuchten Doliolen zu dieser Art gehören, scheint mir nach den Abbildungen gewiss zu sein. Diese Art ist bis jetzt die einzige sicher stehende, die aus den tropischen Meeren bekannt ist.

Zweifelhafte Arten.

Ausser diesen vier Arten wurden noch einige aufgestellt, die aber so ungenügend beschrieben sind, dass sie nicht wiedererkannt werden können. Hierher gehören die von Quoy und Gaimard beschriebenen zwei Arten aus dem Stillen Oceane, nämlich:

Doliolum denticulatum Quoy et Gaimard, Voyage de découvertes de l'Astrolabe etc. T. III. 1834. p. 599—601. Pl. 89, Fig. 25—28.

Doliolum, corpore minimo, hyalino, cylindrico-ovato, subtruncato, in utro-

*) An den von mir beobachteten Exemplaren war der Darmcanal ziemlich stark beschädigt, so dass ich mich auf die Abbildungen von Huxley und Fol verlassen muss. Die von mir auf Taf. 7, Fig. 5 beschriebene und abgebildete Darmschlinge scheint mir an frischen Exemplaren nicht zu existiren.

que apice perforato, antice crenulato; circulis octonis salientibus. Long. 2‴ (4,5 mm). Fundort: Ins. Vanikoro.

Doliolum caudatum Quoy et Gaimard, l. c. p. 601—602. Pl. 89, Fig. 29—30.

Doliolum, corpore cylindrico, elongato, octonis circulis cincto, postice caudato; oribus terminalibus. Long. 8 — 10‴ (18—22,5 mm). Fundort: Bucht von Amboina.

Die von den französischen Forschern gelieferten Diagnosen sind, wie man sieht, so mangelhaft, dass es ganz unmöglich ist, sich irgend eine Idee von den characterisirten Thieren zu machen. Die den Diagnosen beigefügten Beschreibungen geben zwar einige Details über den Bau der aufgestellten Arten, sind aber doch viel zu dürftig, um ein sicheres Urtheil über diese Arten möglich zu machen. Die acht Muskelreifen von *D. denticulatum*, sowie die Abwesenheit eines ventralen Körperauswuchses bei demselben deuten darauf hin, dass Quoy und Gaimard Geschlechtsthiere vor sich hatten. Die Angabe, dass bei *D. denticulatum* die Kieme in zwei Theile getheilt ist (divisée en deux) scheint darauf weiter zu deuten, dass das Thier ein *Doliolum* ist, bei welchem, ähnlich wie bei *D. Ehrenbergii* und *Gegenbauri*, die Kiemenlamelle im Vordertheile des Körpers angeheftet und nach hinten stark segelförmig ausgebuchtet ist.

Noch weniger Bestimmtes kann man aus der Beschreibung von *Doliolum caudatum* entnehmen. Das Vorhandensein eines Körperauswuchses am hinteren Körperende scheint darauf hin zu deuten, dass die französischen Forscher eine *Doliolum*-Amme vor sich hatten. Für eine solche Annahme scheint auch die ausserordentliche Grösse des Thieres, sowie der Umstand zu sprechen, dass das Thier sehr opak war, und dass Quoy und Gaimard nichts von den Eingeweiden unterscheiden konnten. Trotz der Angabe, dass nur acht Muskelreifen bei dem Thiere vorhanden waren (der neunte Muskelreifen konnte leicht der Aufmerksamkeit entgangen sein), glaube ich annehmen zu müssen, dass Quoy und Gaimard unter dem Namen *Doliolum caudatum* eine alte *Doliolum*-Amme beschrieben, bei der die Eingeweide schon verschwunden und die Muskelreifen stark ausgewachsen waren. Ueber die Art, zu welcher diese Amme gehört, ist es selbstverständlich unmöglich, sich auszusprechen.

Als ein Bruchstück des dorsalen Körperauswuchses einer unbekannten *Doliolum*-Amme ist endlich die aus dem Nachlasse von Eschscholtz von Rathke beschriebene *Anchinia Savigniana**) anzusehen. Die Dimensionen des »walzenförmigen Faden«, auf welchem die einzelnen Thiere angeheftet sind (Länge 6 Zoll) führt zu der Vermuthung, dass die *Doliolum*-Amme, zu welcher dieser dorsale Körperauswuchs gehörte, von sehr grossen Dimensionen war. Wie schon von Gegenbaur vermuthet wurde, sind die auf dem »walzenförmigen Faden« in einer Reihe sitzenden Geschöpfe aller Wahrscheinlichkeit nach Doliolen der Geschlechtsgeneration,

* Beschreibung der *Anchinia*, einer neuen Gattung der Mollusken, von Eschscholtz, mitgetheilt von Rathke, Mémoires prés. à l'Acad. de St. Pétersbourg par divers savants étrangers. II. 1835. p. 177—179. Taf. 2. Fig. 19, 20. Auch im Arch. f. Naturg. I. 1. p. 85—87. Taf. 2. Fig. 2, 3.

nämlich Pflegethiere; gegen eine solche Annahme spricht nur die Angabe, dass die in Rede stehenden Geschöpfe nicht acht, sondern nur fünf Muskelreifen besitzen, eine Angabe, die, wie Gegenbaur ganz richtig bemerkt, durch das Uebersehen der ersten und letzten sehr schmalen Muskelreifen leicht erklärt werden kann. Der Bau der Kieme dieser Pflegethiere endlich zeigt, dass sie einer dem *D. Ehrenbergii* nahe verwandten Art angehören. *Doliolum* (*Anchinia*) *Savignianum* (Esch.) Rathke wurde unter dem 46° n. B. und 16° w. L. von Greenwich gefunden.

Aus dieser Uebersicht der bis jetzt zur Beobachtung gekommenen Doliolen sieht man, dass die Arten der Gattung ausschliesslich den wärmeren Meeren eigen sind. Die vier sicher stehenden Species leben im Mittelmeere. Eine von diesen Arten (*Doliolum Gegenbauri*) ist bis in die tropischen Meere verbreitet. In den tropischen Meeren, nämlich im Stillen Ocean, wurden von Quoy und Gaimard noch andere, bis jetzt noch sehr dürftig bekannte Doliolen beobachtet. Das eigenthümliche Vorkommen eines abgerissenen dorsalen Körperauswuchses einer *Doliolum*-Amme im nördlichen Atlantischen Ocean, unweit der europäischen Küste (*D.* [*Anchinia*] *Savignianum* Rathke), kann vielleicht so erklärt werden, dass Reste einer zertrümmerten Amme durch Meeresströmungen nach Norden verschleppt wurden.

Anhang.

Tabelle zur Bestimmung der im Mittelmeere vorkommenden Arten.

Ammen.

A. Junge Ammen mit noch intacten Eingeweiden:

Darmcanal U-förmig gebogen . . .	*D. Mülleri* Kr.
Darmcanal langgestreckt, fast in einer Ebene liegend	*D. rarum* Grbb.
Darmcanal sanft gebogen, After im Verhältnisse zum Magen hoch liegend	*D. Ehrenbergii* Kr.

Die Amme von *D. Gegenbauri* n. sp. ist noch unbekannt.

B. Alte Ammen ohne Eingeweide:

After im 5. oder 6. Intermuscularraume liegend	*D. Mülleri* Kr.
After unter dem 7. Muskelreifen liegend	*D. Ehrenbergii* Kr.
After nahe dem Cloakenrande liegend	*D. rarum*. Grbb.

Geschlechtsthiere.

Kieme eine schräg von oben und hinten nach vorn und unten verlaufende Lamelle		1.
Kieme stark nach hinten segelförmig ausgebuchtet		2.
1	Hoden birnförmig, neben dem Magen liegend	*D. Mülleri* Kr.
	Hoden langgestreckt, wurstförmig, mit langem Ausführungsgang . .	*D. rarum* Grbb.
2	Hoden langgestreckt, mit seinem blinden Ende bis an den 4. Muskelreifen reichend	*D. Ehrenbergii* Kr.
	Hoden langgestreckt, mit seinem blinden Ende bis an den 2. Muskelreifen reichend	*D. Gegenbauri* n. sp.

* Die **Pflegethiere** sind, so weit sie bekannt sind (*D. Mülleri* Kr. und *Ehrenbergii* Kr.), den Geschlechtsthieren vollkommen ähnlich.

Nachtrag.

Auf S. 41 u. ff. dieser Abhandlung erörtere ich bei Besprechung der Eibildung im Ovarium die Genese der Follicularzellen und weise darauf hin, dass bei *Doliolum* nicht wie bei den Ascidien ein äusserer und innerer, sondern nur ein äusserer Follikel vorkommt. Die Beobachtung abgerundeter Ausstülpungen des Keimbläschens und der Fund von kleinen Zellen nahe dem Keimbläschen, die nach der Peripherie des Eies auswandern, führte mich anfangs zu der Ansicht, dass die Follicularzellen vom Keimbläschen abstammen.*) Später, als es mir glückte, im Keimbläschen amöboide Bewegungen zu constatiren, und als es sich herausstellte, dass der Inhalt jener kleinen Zellen grobkörnig war und sich vom Kerne in nichts unterschied, glaubte ich dazu berechtigt zu sein, meine frühere Ansicht als unrichtig anzusehen und die rundlichen Ausstülpungen am Keimbläschen für pseudopodienartige Ausstülpungen, die kleinen Zellen dagegen als von dem Ei verschluckte Keimzellen zu betrachten. Es schien mir, als wenn einige von ihnen, die nämlich, welche in der Nähe des Keimbläschens zu beobachten waren, vom Ei assimilirt würden, während andere später vom Ei aufgenommene unverändert blieben, um bald wieder auf die Oberfläche des Eies zu gelangen und dort die Zellen des Follikels zu bilden. Zu diesen Schlüssen führte mich die Beobachtung der wenigen mir zugänglich gewordenen Eier.

Seither sind über die Genese der Follicularzellen der Tunicaten-Eier die Arbeiten von Roule,**) Sabatier***) und Fol†) erschienen, die sich theils mit den einfachen Ascidien, theils mit *Pyrosoma* beschäftigen. Alle drei Forscher liefern den Nachweis, dass die Zellen des sogenannten äusseren Follikels im Innern des Eidotters entstehen; Roule und Fol zeigen ausserdem ausführlich, dass diese Zellen von Keimbläschen durch Knospung abstammen. Da ähnliche Verhältnisse von Balbiani auch für *Geophilus* beobachtet wurden,††) da ausserdem nach den einstimmigen Angaben von Fol und Sabatier die Follicularzellen denselben Ursprung bei verschiedenen Wirbellosen und Wirbelthieren haben, so bin ich sehr zu der Annahme geneigt, dass auch bei *Doliolum* die Follicularzellen vom Keimbläschen abstammen. Wahrscheinlich sind die Vorgänge hier folgende: das reifende Ei wächst rasch auf Kosten der es umgebenden Keimzellen;†††) die auf Taf. 2 Fig. 10 mit *f''* bezeichneten Zellen mit grobkörnigem

*) Zool. Anzeiger 1881. p. 473.

**) Roule, Sur les organes sexuels de la *Ciona intestinalis*. in: Comptes Rendus 26 Juin 1882; La structure de l'ovaire et la formation des oeufs chez les Phallusiadées. ibid. 9 Avril 1883.

***) Sabatier, De l'ovogénèse chez les Ascidiens. in: Comptes Rendus 19 Mars 1883; Recherches sur l'oeuf des Ascidiens. in: Revue des sc. natur. de Montpellier 1883 (diese Abhandlung kenne ich nur aus dem Citat von Fol); Sur les cellules du follicule de l'oeuf et sur sa sexualité. in: Comptes Rendus 18 Juin 1883.

†) Fol, L'oeuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. in: Recueil Zoologique Suisse. Vol. I. Fasc. 1. 1883.

††) Balbiani, Sur l'origine des cellules du follicule et du noyau vittellin de l'oeuf chez les Géophiles. in: Zool. Anzeiger 1883 Nr. 155. p. 658—662; Nr. 156. p. 676—680.

†††) Dass das Ei die Keimzellen als Nahrungsmaterial verbraucht, zeigt am besten der Umstand, dass z. B. bei *D. Mülleri* höchstens drei Keimzellen sich zu Eiern entwickeln, während zu Ende der Thätigkeit des Ovariums fast alle Keimzellen verbraucht sind.

Inhalte sind wahrscheinlich zur Ernähung der Eizelle aufgenommene Keimzellen, während die Zellen (*f'*) mit hellem Plasma und gut unterscheidbarem Kerne als vom Keimbläschen abstammende Follicularzellen gedeutet werden müssen. Anders kann ich meine Beobachtungen mit denen der genannten Gelehrten nicht in Einklang bringen.

Fol macht ferner einige Angaben über die Structur des Eies und über die embryonale Entwickelung von *D. Ehrenbergii* (*denticulatum*). Er beschreibt das Ei als von zwei Follikeln umgeben. Das Ei von *D. Mülleri*, das ich untersuchte, ist ganz sicher nur mit einem einschichtigen Follikel bekleidet, der unzweifelhaft dem äusseren Follikel des Ascidien-Eies gleichwerthig ist; bei *D. Ehrenbergii* findet sich, so weit ich an in Entwickelung begriffenen Eiern mich überzeugen konnte, auch nur der äussere Follikel vor, ist aber hier mehrschichtig.*)

Fol schreibt dem inneren Follikel bei *Doliolum* eine ziemlich wichtige Rolle zu. Seine Elemente sollen nämlich eine gallertige Masse ausscheiden, die den ganzen Raum zwischen Embryo (resp. Larve) und Embryonalhülle ausfüllt, zum Schutze der Larve dient, und bei *Doliolum* viel stärker als bei anderen Tunicaten entwickelt ist. Meine eigenen Beobachtungen sprechen indessen entschieden dagegen. Ebenso wenig wie ein innerer Follikel vorhanden ist, findet sich am Körper der Larve irgend welches Product desselben. Die feine structurlose Membran, die nach meiner Meinung unter dem Follikel von der Eioberfläche abgeschieden ist, dehnt sich während des Wachsthumes des Embryo ausserordentlich stark aus und begrenzt einen Raum, in dem es mir niemals gelungen ist, irgend welche geformte Elemente zu unterscheiden. Ob er mit Flüssigkeit erfüllt ist und woher diese stammt, weiss ich nicht, dass aber keine gallertige Masse vorhanden ist, dafür zeugt am besten der Umstand, dass die Hülle, wie aus meinen Zeichnungen zu ersehen ist, öfters Falten wirft (vergl. Taf. 4 Fig. 3).

Was endlich die Angaben von Fol über die embryonale Entwickelung von *D. Ehrenbergii* betrifft, so sind sie trotz ihrer Geringfügigkeit deswegen interessant, weil sie darthun, dass der von mir geschilderte Entwickelungsgang auch für andere Arten gültig ist.

Während des Druckes der vorliegenden Abhandlung hat Korotneff Untersuchungen über die Fortpflanzung von *Anchinia rubra* veröffentlicht.**) Da ich aber meine Meinung darüber bereits an einem anderen Orte ausführlich geäussert habe***), so kann ich hier von einer Besprechung derselben Abstand nehmen.

*) Auf Taf. VIII. Fig. 1 der Abhandlung von Fol, die ein Ei von *D. Ehrenbergii* vorstellt, sehe ich auch nur den äusseren und Nichts von einem inneren Follikel.

**) Korotneff, Knospung der *Anchinia*. in: Zool. Anzeiger 1883. Nr. 148. p. 483—487: Zeitschr. f. wiss. Zool. 40. Bd. p. 50—61. Taf. 3 u. 4.

***) Zool. Anzeiger 1883. Nr. 152. pp. 585—591.

Neapel, Ende März 1884.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren gelten folgende Bezeichnungen.

a Analöffnung.
amp Ampulle des röhrenförmigen Organes.
anh$_1$ Anheftungsstelle der Ernährungsthiere.
anh$_2$ Anheftungsstelle der Pflegethiere.
aps Dorsaler Körperauswuchs der Amme.
aprs Ventraler Körperauswuchs (Stiel) des Pflegethieres.
bg, *bdw*, *bgh* } Bindegewebe.
bltz, *β* } Blutzellen.
br Branchie.
βH Mesoderm, das in Blutzellen zerfällt.
ch Chordazellen.
cht sich abschnürender Chordatheil.
cl Cloacalöffnung.
cla Cloacalauswuchs, der zur Bildung des Stolo prolifer verbraucht wird.
cla$_1$ sich nach oben umbiegender Theil des eben erwähnten Cloakenauswuchses.
clh Cloakenhöhle.
ct Cuticula (äusserer Mantel).
d Darm.
da Darmanlage.
dd Röhrenförmiges Organ.
dh Membrana vitellina.
dflm In die Flimmergrube einmündender Ausführungsgang des subganglionären Körpers.
D I Ernährungsthier.
D II Pflegethier.
E Endostyl.
ea, *Ea* } Entodermausstülpung, die zur Bildung des Stolo prolifer verbraucht wird.
ek Ectoderm.
en Entoderm.
ep Epidermis.
f, *f'* } Follicularzellen.
flm Flimmergrube.
flmh Höhle, die im Zusammenhange mit der Flimmergrube steht.
fr Fensterförmige Oeffnungen in den Muskelplatten.
ga Anlage der Genitalorgane.
gm Zellige Membran, die die Geschlechtsorgane umhüllt.
gn Geschlechtsorgane.
go Gehörorgan.
h Herz.
ha, *hza* } Herzanlage.
hd Hoden.
hzh Zellenhaufen, der an der Rückseite des Larvenpericardiums liegt.
hp Herzplatte.
k Keimlager.
k, Reservekeimlager.
kn Knospen.
lk Lateralknospen.
mes Mesoderm.
mes,, *mes*,, } Mesoderm, das in Blutkörper zerfällt.
mg Magen.
ms Muskelreifen.
mt Aeusserer Mantel (Cuticula).
mtk Mittelknospen.
mst, *mss* } Mesodermhaufen, der an der Bildung des Stolo prolifer theilnimmt.

msa Anlage der Muskeln.
msk Muskel.
msp Muskelplatte.
mv Membrana vitellina.
n Unpaarer vorderer Nerv.
n, Erstes Nervenpaar.
n,, Zweites Nervenpaar.
n,,, Drittes Nervenpaar.
na Nervenanlage.
nb Nervus branchialis.
nc, Kerne der Muskelzellen, die im Zerfall begriffen sind.
ng Ganglion.
o Ausgebildetes Ei.
o, in der Bildung begriffenes Ei.
oe Oesophagus.
ot Otolith.
ov Ovarium.
to Nervenast, der zum Otolith geht.
ovs Eierschlauch.
pg Porus genitalis.
pha Anlage der Pharyngealhöhle mit Annexen.
ph Pharyngealöffnung.
Phh Pharyngealhöhle.
prc Pericardium.
r rosettenförmiges Sinnesorgan?
s Sohle der Knospe.
sg Subganglionärer Körper.
sl Stolo prolifer.
sl, } sich abschnürende Theile des Stolo prolifer.
sl,, }
sl,,, }
snz Sinneszellen.
swb Schwanzblase.
urk Urknospe.
vb Vorderblase
vg Keimbläschen.
z' in der Theilung begriffene Zellen.
z'' eben getheilte Zellen.
Σ Einstülpungsöffnung der Gehörblase.

Berichtigungen.

In Taf. 2 Fig. 1, 2, 3 u. 4 anstatt *h* lies *hd*.
In Taf. 2 Fig. 6 sind die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *d*, *e* und *f* zu tilgen.

TAFEL-ERKLÄRUNGEN.

Tafel 1.

Fig. 1. Ectoderm einer jungen Larve von *D. Mülleri*, von der Fläche gesehen. Ueberosmiumsäurepräparat. (Zeiss cc. oc. 4. Cam.)

Fig. 2. Querschnitt durch die Hautdecke einer jungen Larve von *D. Mülleri*. Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss cc. oc. 3. Cam.)

Fig. 3. Flächenansicht des Ectoderms einer etwas älteren Larve von *D. Mülleri*, nach dem Leben gezeichnet. (Zeiss cc. oc. 4. Cam.)

Fig. 4. Flächenansicht des Ectoderms einer noch etwas älteren Larve von *D. Mülleri*. Nach kurzer Einwirkung einer schwachen Ueberosmiumsäurelösung. (Zeiss cc. oc. 4. Cam.)

Fig. 5. Epidermiszellen der Schwanzblase der Larve von *D. Mülleri*. Nach einem Chlorgoldpräparat. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 6. Epidermiszellen einer alten Amme von *D. Mülleri*. Nach einem Chlorgoldpräparat. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 7. Nerv mit Nervenzweigen, von denen der eine in Sinneszellen endet. Amme von *D. Mülleri*. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 8. Batterie von Sinneszellen in dem Basaltheile des dorsalen Auswuchses der Amme von *D. Mülleri*. (Zeiss cc. oc. 2. Cam.)

Fig. 9. Nervenendigung am Muskel von *D. Mülleri* (Geschlechtsthier). (Zeiss f. oc. 4. Cam.)

Fig. 10. Muskelzelle einer alten Larve von *D. Mülleri*. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 11. Gehörorgan der Amme von *D. Mülleri*, im Profil gesehen. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 12. Gehörorgan der Amme von *D. Ehrenbergii*, im Profil gesehen. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Tafel 2.

Fig. 1. Geschlechtsorgane eines jungen *D. Mülleri.*

Fig. 2. Geschlechtsorgane eines älteren *D. Mülleri.* Das Ovarium ist in voller Thätigkeit, während der Hoden noch nicht seine volle Entwickelung erlangt hat.

Fig. 3. Geschlechtsorgane eines noch älteren *D. Mülleri.* Die Thätigkeit des Ovariums geht schon zu Ende.

Fig. 4. Geschlechtsorgane eines noch älteren *D. Mülleri.* Die Thätigkeit des Ovariums hat schon aufgehört, während der Hoden seine vollkommene Entwickelung erlangt hat.

Fig. 5. Längsschnitt durch die weiblichen Geschlechtsorgane eines *D. Mülleri.* Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 6. Theil desselben Schnittes, stärker vergrössert. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 7. Zellen der Hülle, welche die Geschlechtsorgane umkleidet. (Zeiss f. oc. 3. Cam.)

Fig. 8. Theil eines Längsschnittes durch die weiblichen Geschlechtsorgane von *D. Mülleri.* Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss f. oc. 4. Cam.)

Fig. 9. Längsschnitt durch die weiblichen Geschlechtsorgane von *D. Ehrenbergii.* Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 10. Theil eines Schnittes durch das Ei von *D. Ehrenbergii.* Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss f. oc. 4. Cam.)

Tafel 3.

Fig. 1. Eben abgelegtes Ei von *D. Mülleri.*

Fig. 2. Ei von *D. Mülleri,* in welchem der männliche und weibliche Pronucleus zu sehen sind.

Fig. 3. Ei von *D. Mülleri* vor dem Eintritte der Furchung.

Fig. 4. Ei von *D. Mülleri* in zwei Furchungskugeln getheilt.

Fig. 5. Die zwei Furchungskugeln sind verschmolzen.

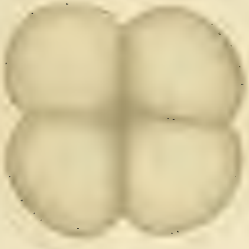
Fig. 6. Ei von *D. Mülleri* in vier Furchungskugeln getheilt.

Fig. 7. Blastosphaerastadium von *D. Mülleri.*

Fig. 8. Gastrulastadium von *D. Mülleri.*

Fig. 9. Embryo von *D. Mülleri,* in welchem schon die Anlagen vieler Organe zu unterscheiden sind.

Fig. 10. Viel weiter in der Entwickelung vorgerückter Embryo von *D. Mülleri.*



Tafel 4.

Fig. 1. Jüngstes beobachtetes Larvenstadium von *D. Mülleri*. (Zeiss b. oc. 3. Cam.)

Fig. 2. Vordertheil des in der Fig. 1 abgebildeten Stadiums, stärker vergrössert. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 3. Weiter entwickelte Larve von *D. Mülleri*. (Zeiss b. oc. 3. Cam.)

Fig. 4. Fast vollkommen entwickelte Larve von *D. Mülleri*. (Zeiss b. oc. 3. Cam.)

Fig. 5. Vordertheil einer jüngeren Larve, stärker vergrössert als in Fig. 4. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 6. Im Zerfalle begriffener Schwanz der Larve von *D. Mülleri*.

Fig. 7. Vordertheil der Chorda einer Larve von *D. Mülleri*. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 8. Vordertheil der im Zerfalle begriffenen Chorda einer Larve von *D. Ehrenbergii*. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

2.
3.
4.

Tafel 5.

Fig. 1. Larve von *D. Ehrenbergii*, bei welcher der Schwanz in der Rückbildung begriffen ist.

Fig. 2. Dieselbe Larve, bei welcher der Schwanz weiter rückgebildet ist.

Fig. 3. Der Schwanz ist schon fast vollkommen reducirt.

Fig. 4. Darmcanal einer alten Larve von *D. Mülleri*, um die Bildung der Darmdrüse zu zeigen.

Fig. 5. } Stadien der Rückbildung des Schwanzes der Larve, die in Fig. 3 abgebildet ist.
Fig. 6. }

Fig. 7. Rest des in Zerfall gerathenen Schwanzes derselben Larve.

Fig. 8. Stolo prolifer und Herz einer ziemlich alten Amme von *D. Mülleri*.

Fig. 9. Im Zerfalle begriffener Darmcanal einer Amme von *D. Mülleri*.

12
1
2
3
4
5
6
7
8
9
11

Tafel 6.

Fig. 1. Querschnitt des Vordertheiles des *Doliolum*-Embryo, der in Taf. 3, Fig. 10 abgebildet ist. Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 2. Querschnitt durch den Vordertheil der *Doliolum*-Larve, die in Taf. 4, Fig. 7 abgebildet ist. Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 3. Querschnitt durch den Vordertheil einer *Doliolum*-Larve etwas höheren Alters als die in Taf. 4, Fig. 3 abgebildete. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 4. Querschnitt durch den Vordertheil einer etwas jüngeren Larve als die, welche in Taf. 4, Fig. 5 abgebildet ist. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 5. Querschnitt durch den hinteren Theil einer *Doliolum*-Larve, die ungefähr so alt ist wie die in Taf. 4, Fig. 5 abgebildete. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 6. Querschnitt durch das Endostyl des Geschlechtsthieres von *D. Mülleri*. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 7. Querschnitt durch das Endostyl des Geschlechtsthieres von *D. Ehrenbergii*. (Zeiss f. oc. 3. Cam.)

Fig. 8. Eine isolirte Zelle aus dem Endostyle von *D. Ehrenbergii*. (Zeiss i. [imm.] oc. 2. Cam.)

Fig. 9. Verlängerte Epidermiszellen aus der Peripherie der napfförmigen Vertiefung, in welcher der Otolith der Amme von *D. Mülleri* liegt. (Zeiss f. oc. 3. Cam.)

Fig. 10. Bildung des Otolithes bei *D. Mülleri*, von der Fläche gesehen. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 11. Bildung des Otolithes bei *D. Mülleri*, vom Profil gesehen. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

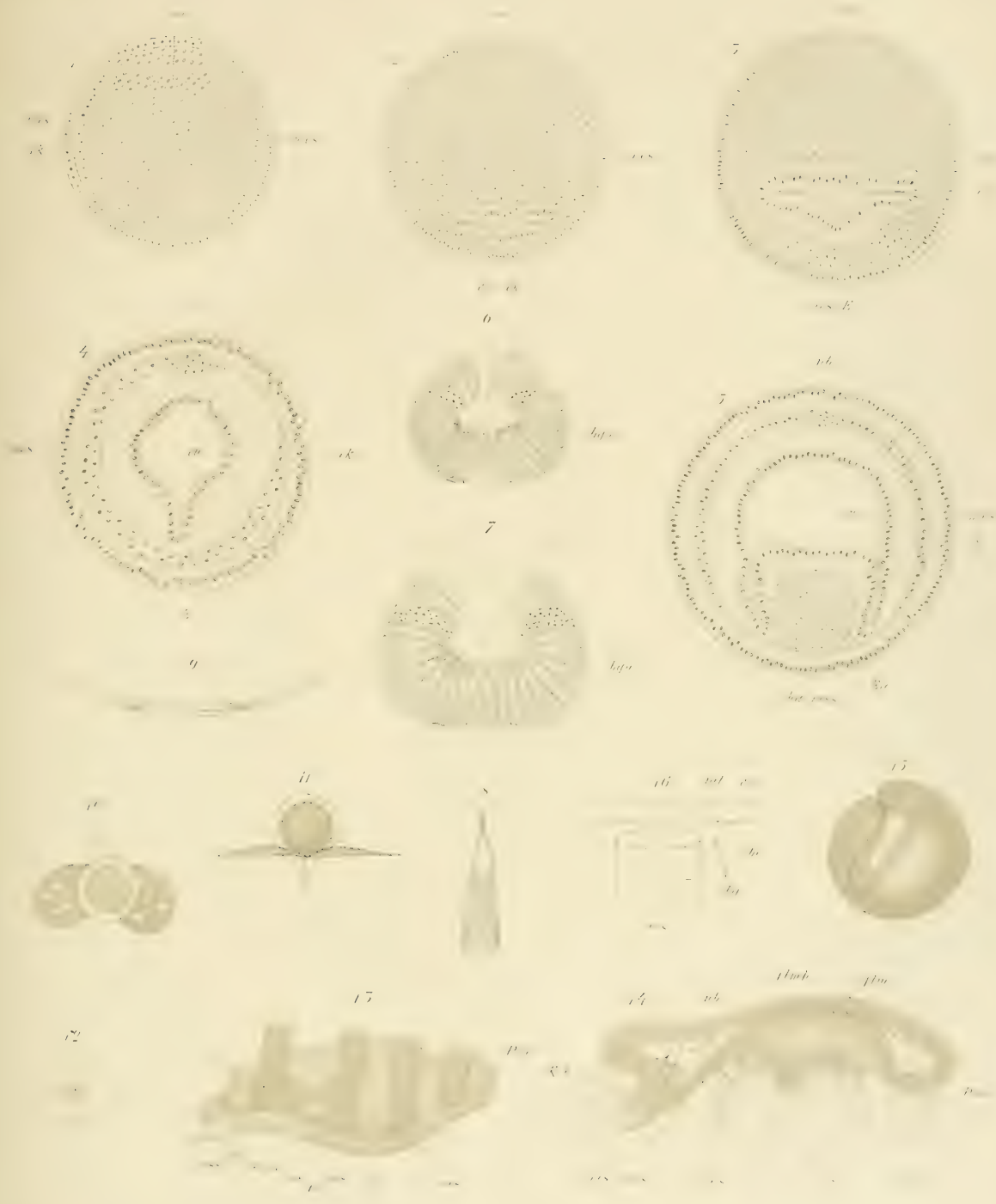
Fig. 12. Otolith derselben Species, in welchem noch Reste der Sinneszelle zu sehen sind. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 13. Bauchhälfte einer ziemlich weit entwickelten Larve von *D. Mülleri*, um die fensterförmigen Oeffnungen in den sich bildenden Muskelreifen zu zeigen. (Zeiss cc. oc. 2. Cam.)

Fig. 14. Dorsale Hälfte einer ziemlich alten Larve von *D. Mülleri*, um die in der Nervensystemanlage eintretenden Veränderungen zu zeigen. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 15. Bildung des Herzens als Einstülpung des Pericardialsackes. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 16. Etwas schematisirte Abbildung, um die Bindegewebsfäden im Blutraume und ihren Zusammenhang mit der Bindegewebsscheide des Muskelreifens zu zeigen.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Tafel 7.

Fig. 1. Nervensystem einer vollkommen entwickelten Larve von *D. Mülleri.*

Fig. 2. Ganglion von der Rückenseite gesehen, stark vergrössert, um den Verlauf der Nervenfaserbündel zu zeigen.

Fig. 3. Muskelzellen des Schwanzes der Larve von *D. Mülleri.*

Fig. 4. Ganglion der ausgewachsenen Amme von *D. Mülleri*, um seinen Zusammenhang mit der Flimmergrube zu veranschaulichen.

Fig. 5. *D. Gegenbauri* nov. sp. Geschlechtsthier*.

Fig. 6. Anhäufung orangerother Krystalle, die zuweilen in den Entodermzellen von *D. Gegenbauri* sich finden.

Fig. 7. Mit Pigmenttropfen versehene Zellen aus dem dorsalen Auswuchse der Amme von *D. Mülleri.*

Fig. 8. Pigmentanhäufungen in der Kieme von *D. Gegenbauri.*

Fig. 9. Mit orangerothem Pigment erfüllte Zellen des Entoderms des Geschlechtsthieres von *D. Mülleri.*

Fig. 10. Solche Zellen nach Einwirkung von Alcohol absolutus.

Fig. 11. Junge Amme von *D. Mülleri* mit stark fadenförmig ausgezogenem dorsalen Auswuchse.

Fig. 12. Dorsaler Auswuchs derselben Species, im Profil gesehen.

* Ueber diese Fig. siehe Anmerkung auf S. 134.

Verlag v. W. H. Engelmann Leipzig

Tafel 8.

Fig. 1. Sinneszellengruppe am Rande der hinteren (Cloacal-)Oeffnung von *D. Mülleri* Kr. mit Geschlechtsorganen. (Zeiss i. [imm.] oc. 3. Cam.)

Fig. 2. Mundlappen der Amme von *D. Mülleri* mit Nervenendigungen. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 3. Mundlappen des Ernährungsthieres (Lateralknospe) von *D. Ehrenbergii* mit Nervenendigungen. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 4. } Zur Erläuterung der Bildung des Stolo prolifer bei *D. Mülleri* Kr. (Zeiss f. oc. 3. Cam.)
Fig. 5. }

Fig. 6. Herz und Stolo prolifer von *D. Mülleri* Kr. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 7. Isolirte Muskelfaser von *D. Mülleri* Kr. (Amme).

Fig. 8. Cloacallappen von *D. Mülleri* Kr. (Amme) mit Nervenendigungen. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 9. Vorderes Chordaende der Larve von *D. Mülleri* Kr. mit dem es umhüllenden Mesoderm.

Fig. 10. Bauchhälfte der Amme von *D. Mülleri* Kr. mit stark rückgebildetem Darmcanal und im Zerfall begriffenen Endostyl. (Zeiss cc. oc. 3. Cam.)

Fig. 11. Bauchhälfte des mit Geschlechtsorganen versehenen *D. rarum* Grobben. (Zeiss dd. oc. 4. Cam.)

Fig. 12. Theil der Geschlechtsorgane desselben Thieres, um die gemeinschaftliche Mündung der männlichen und weiblichen Organe zu zeigen.

Fig. 13. Reifer Samenfaden von *D. Mülleri* Kr.

mes.
hd.

Tafel 9.

Fig. 1. Ventraler Auswuchs (Stiel) des Pflegethieres von *D. Ehrenbergii*, um die auf dem Stiele sitzende, frei umherkriechende Urknospe zu zeigen. (Zeiss cc. oc. 2. Cam.)

Fig. 2. Dieselbe Urknospe bei stärkerer Vergrösserung. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 3. Eine Urknospe vom ventralen Auswuchse des Pflegethieres von *D. Ehrenbergii*, in der Theilung begriffen. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 4. Ventraler Auswuchs eines Pflegethieres von *D. Ehrenbergii*, von unten gesehen. Von der Urknospe sind schon einige Knospen abgegangen.

Fig. 5. Ventraler Auswuchs eines Pflegethieres von *D. Mülleri*, von unten gesehen. Von der Urknospe ist eine grosse Zahl von Knospen abgegangen.

Fig. 6. Alte Amme von *D. Mülleri* mit wandernden Urknospen auf ihrem Körper.

Fig. 7. Sich theilender Stolo prolifer der Amme von *D. Mülleri*. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 8. Eine wandernde Urknospe von *D. Mülleri*. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 9. Dorsaler Auswuchs der Amme von *D. Mülleri*, von oben gesehen. Zwischen den Knospen sieht man eine wandernde Urknospe. (Zeiss c. oc. 2. Cam.)

Fig. 10. Dorsaler Auswuchs der Amme von *D. Mülleri*. Zwischen den Knospen sieht man zwei kriechende Urknospen. (Zeiss c. oc. 2. Cam.)

Fig. 11. Dorsaler Auswuchs der Amme von *D. Mülleri*. Vier sich bewegende Urknospen sind zu beobachten. (Zeiss c. oc. 2. Cam.)

Fig. 12. Wandernde Knospe von *D. Ehrenbergii*. (Zeiss i. [imm.] oc. 2. Cam.)

Fig. 13. Darmdrüse einer jungen Amme von *D. Mülleri*. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

1.
2
3
4
5
6
7
8
9.
10.
11.
12.
13

Tafel 10.

Fig. 1. Theil des dorsalen Körperauswuchses der Amme von *D. Ehrenbergii*. Auf dem Auswuchse sitzen an beiden Seiten Ernährungsthiere, in der Mittellinie Pflegethiere. Zwischen den Pflegethieren ist eine grosse Masse Urknospen zu unterscheiden. Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss b. oc. 1. Cam.)

Fig. 2. Theil desselben Auswuchses näher an seiner Basis. Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss b. oc. 2. Cam.)

Fig. 3. Eine der Urknospen von dem in der Fig. 2 abgebildeten dorsalen Auswuchse. Chromsäurepräparat mit Boraxcarmin tingirt. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)

Fig. 4. Spitze desselben dorsalen Auswuchses, von der Seite gesehen.

Fig. 5. Dieselbe Spitze, von der Rückenseite gesehen.

Fig. 6. Querschnitt des dorsalen Auswuchses der Amme von *D. Mülleri* Kr. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 7. Querschnitt des dorsalen Auswuchses der grossen Amme aus Villafranca, der unweit von seiner Spitze genommen wurde. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Tafel 11.

Fig. 1. Schematischer Querschnitt des Stolo prolifer von *D. Mülleri* Kr. Dieselbe Fig. stellt auch einen Querschnitt der Urknospe, sowie der von dieser abgegangenen Knospe dar.

Fig. 2. Junge, unlängst fixirte Knospe von *D. Mülleri*, die zu einem Ernährungsthiere (Lateralspross) sich umbildet. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 3. Eine etwas weiter entwickelte Knospe. (Zeiss dd. oc. 2. Cam.)

Fig. 4.
Fig. 5. Verschiedene Stadien derselben Knospe. (Zeiss f. oc. 2. Cam.)
Fig. 6.

Fig. 7. Vollkommen ausgebildetes Ernährungsthier von *D. Ehrenbergii* (der grossen *Doliolum*-Amme aus Villafranca). (Zeiss cc. oc. 3. Cam.)

Fig. 8. Ectodermaler Auswuchs, mit einem Muskel versehen, von demselben Thiere.

Fig. 9. Vollkommen ausgebildetes Ernährungsthier von *D. Mülleri* Kr. (Zeiss cc. oc. 3. Cam.)

Fig. 10. Stärker vergrössertes Nervensystem eines Ernährungsthieres, das frei im Auftriebe gefunden wurde.

Tafel 12.

Fig. 1. Junge Knospe von dem Stiele des Pflegethieres von *D. Mülleri* Kr. (Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4. } Verschiedene Stadien derselben Knospe. (Fig. 2 — Zeiss f. oc. 2. Cam.; Fig. 3 u. 4 — Zeiss dd. oc. 3. Cam.)

Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7. } Verschiedene Stadien von sogenannten Mittelsprossen von *D. Ehrenbergii*. — Nach Zeichnungen, die im J. 1877 nach dem Leben gemacht wurden.

Fig. 8. Junge Amme von *D. Ehrenbergii* Kr.

Fig. 9. Ein Ernährungsthier, das im Auftriebe in der Bucht von Villafranca gefunden wurde. — Nach einer Skizze, die im J. 1877 nach dem Leben gemacht wurde.

HAND BOUND BY
TALIN BOOKBINDERY
CAPE COD